

Res. 722

MAR 29 2004

T
O 42 B
2004

Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de Postgrado
Cátedra de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial.

**Biotipología Mandibular a partir de las Medidas Lineales
Mandibulares del Análisis Cefalométrico Clínico del Dr.
Jorge J. E. Ramírez Tornatore .**

Prof. Guía:

Prof. Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore.

**Prof. Titular, Director Postgrado Ortodoncia y Ortopedia
Dentomáxilofacial.**

Seminario de Tesis

Requisito para optar al

Título de Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial.

**Residentes: Dra. Ania Olgún Parada.
Dra. Katia Saric Zerega.
Dr. Edgard Palma Díaz.**

Valparaíso, 2004.

Agradecimientos

Al Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore por ser un verdadero maestro y enseñarnos el camino para poder ser especialistas de nuestra ciencia con la mayor calidad humana y enseñarnos que la vida se debe nutrir de afecto y optimismo hacia los demás dejando siempre un tiempo para compartir y saborear la existencia como un privilegio único.

Al Dr. Alex Vasquez por su disposición en prestar su colaboración.

Al Dr. Osvaldo Badenier por su valioso conocimiento y su buena voluntad.

A la asistente dental Erica Watanabe, por su colaboración para obtener los registros del Postgrado anterior.

A nuestras queridas familias por permitir con su paciencia y dedicación que cumpliéramos nuestras metas.

Indice

| | | |
|---------|--|-----|
| 1 | Introducción..... | 1 ✓ |
| 2 | Marco Teórico | 3 |
| 2.1 | Embriogénesis..... | 3 |
| 2.1.1 | Aspectos Generales de Embriogénesis | 3 |
| 2.1.2 | Desarrollo del Esqueleto de la Cabeza | 6 |
| 2.1.3 | Origen de los Tejidos Faciales | 7 |
| 2.1.4 | Formación Del Macizo Facial..... | 15 |
| 2.1.4.1 | Aspectos Generales..... | 15 |
| 2.1.4.2 | Embriogénesis del Maxilar Inferior..... | 19 |
| 2.1.4.3 | Embriogénesis de los músculos de la masticación..... | 34 |
| 2.1.4.4 | Alteraciones del Desarrollo Máxilofacial | 35 |
| 2.2 | Anatomía..... | 40 |
| 2.2.1 | Cráneo:..... | 40 |
| 2.2.2 | Anatomía del Maxilar Inferior. | 41 |
| 2.2.3 | Músculos Mandibulares..... | 49 |
| 2.3 | Crecimiento Facial..... | 56 |
| 2.3.1 | Generalidades del Crecimiento Facial y Maxilar..... | 56 |
| 2.3.2 | Crecimiento Mandibular..... | 58 |
| 2.3.2.1 | Conceptos Generales | 58 |
| 2.3.2.2 | Crecimiento condíleo | 60 |
| 2.3.2.3 | Crecimiento de la rama..... | 62 |
| 2.3.2.4 | Crecimiento del cuerpo mandibular | 64 |
| 2.3.2.5 | Equivalentes De Crecimiento | 70 |
| 2.4 | Craneometría..... | 72 |
| 2.5 | Cefalometría Radiológica..... | 79 |
| 2.5.1 | Conceptos Generales | 79 |
| 2.5.2 | Análisis Cefalométricos | 84 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 2.5.2.1 | Conceptos Generales | 84 |
| 2.5.2.2 | Cefalograma de Björk – Jarabak..... | 85 |
| 2.5.2.3 | Cefalograma de Ricketts | 87 |
| 2.5.2.4 | Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore..... | 90 |
| 2.6 | <u>Biotipo facial</u> | 96 |
| 2.6.1 | Aspectos generales | 96 |
| 2.6.2 | Patrones Faciales | 96 |
| 2.6.2.1 | Patrón dólicofacial..... | 96 |
| 2.6.2.2 | Patrón mesofacial. | 102 |
| 2.6.2.3 | Patrón braquifacial. | 103 |
| 2.6.3 | Biomecánica y patrón facial | 107 |
| 2.7 | Rotación mandibular | 110 |
| 3 | Objetivos..... | 124 |
| 3.1 | Objetivo General..... | 124 |
| 3.2 | Objetivos Específicos..... | 124 |
| 4 | Material y Método | 125 |
| 4.1 | Tipo de Estudio..... | 125 |
| 4.2 | Material: | 125 |
| 4.2.1 | Universo | 125 |
| 4.2.2 | Muestra..... | 125 |
| 4.3 | Método | 125 |
| 4.3.1 | Variables a examinar | 125 |
| 4.3.2 | Recolección de Datos:..... | 126 |
| 4.3.3 | Estandarización:..... | 127 |
| 4.3.4 | Análisis Estadístico | 127 |
| 4.3.5 | Ficha clínica: (ver anexo 1) | 128 |
| 4.3.6 | Limitaciones del estudio: | 128 |
| 5 | Resultados | 129 |
| 6 | Discusión | 133 |
| 7 | Conclusiones..... | 137 |
| 8 | Sugerencias | 139 |

| | | |
|----|----------------------------------|-----|
| 9 | Resumen | 140 |
| 10 | Referencias Bibliográficas | 141 |
| 11 | Anexos y Apéndices | 148 |

1 Introducción

Las primeras cuatro semanas de vida intrauterina son fundamentales porque en este período ocurren los eventos críticos que conducen al crecimiento facial normal.

→ Las pequeñas diferencias proporcionales que se producen en cada rostro humano son lo que hacen reconociblemente distinto a cada individuo.

→ La ortodoncia como especialidad estomatológica es una ciencia morfológica, por lo tanto se justifica utilizar métodos morfométricos para cuantificar normalidad.

→ La cefalometría es una técnica utilizada para el conocimiento de la morfología y el crecimiento esquelético, permitiendo medir el cráneo, la cara, los maxilares y la posición dentaria.

→ Es importante recordar que la cefalometría radiológica tiene sus orígenes en la antropología física y más específicamente en áreas de ésta que es la craneometría y cefalometría, con las que durante mucho tiempo se realizó la determinación etnográfica basada en la forma del cráneo y su patrón facial.

Por medio de la medición, y registro de las variaciones de la posición y forma de las estructuras craneofaciales, se encontraron ciertos estándares descriptivos de la cabeza humana. Para lograr estos registros los antropólogos desarrollaron ciertos puntos y planos de referencia que todavía son utilizados en la cefalometría como puntos craneométricos.

→ El aporte realizado por los estudios antropométricos fue importante y mucho de lo que se conoce actualmente sobre el crecimiento y desarrollo craneofacial y de los tipos faciales, fue inicialmente descrito en la literatura antropológica.

→ Desde la introducción de la cefalometría se han descrito innumerables cefalogramas, con infinidad de puntos, líneas, planos y ángulos. Sin embargo, es importante tener en cuenta solamente aquellas medidas que van a incidir en la elaboración del diagnóstico, del pronóstico y de un plan de tratamiento para el caso que se esté evaluando o de la investigación que se esté desarrollando. Se debe tener en cuenta que ningún método es suficiente y las condiciones basadas en un solo enfoque deben ser equilibradas, proporcionando una síntesis de comprensión.

→ Dentro de la gran cantidad de cefalogramas, el Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore, Profesor Titular de la Cátedra de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilo Ffacial de la Universidad de Valparaíso, desarrolla un método cefalométrico (1990), en el que se destaca, la evaluación cefalométrica mandibular, a través de medidas lineales, estableciendo:

- Longitud de la rama mandibular. (LR)
- Longitud del cuerpo mandibular. (LC)
- Longitud total mandibular. (LTM)

→ Incorpora además, un registro gráfico de la orientación del crecimiento condilar.

→ A nuestro juicio estas medidas lineales mandibulares deben ser analizadas con una proporción entre la longitud de la rama (LR) y la longitud del cuerpo mandibular (LC), estableciendo con ello una norma para clasificar biotipología mandibular correspondiente a características de los tres biotipos faciales.

→ Deseamos que este planteamiento resulte de utilidad como complemento en la identificación del biotipo facial, así estableceremos un estándar de medición como un parámetro o como una forma de facilitar la comunicación.

→ Los estándares que se describirán son útiles tanto para identificar los pacientes que se acerquen a la norma, como para entender que las desviaciones significativas a la norma tienen importancia clínica relevante.

2 Marco Teórico

2.1 Embriogénesis

2.1.1 Aspectos Generales de Embriogénesis

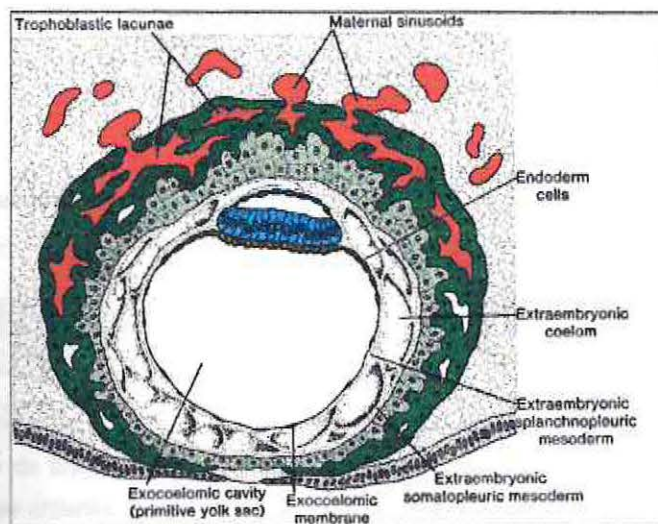
La fecundación inicia el desarrollo al poner en marcha los mecanismos necesarios para activar al ovocito, permitiendo que se inicien las complejas actividades metabólicas requeridas para el desarrollo. (Aguirre, García, 1986).

En la primera semana se ha desarrollado el macizo celular interno o embrioblasto y se produce la diferenciación de una capa interna, el endodermo (hipoblasto) , éste constituye el primer signo de diferenciación del disco embrionario. (Gómez de Ferraris, Campos A.,2002).

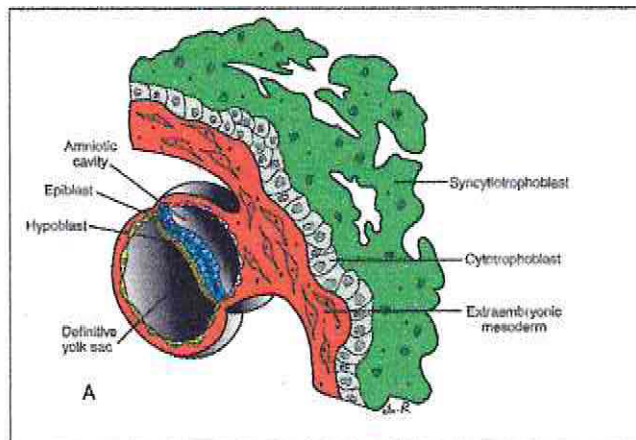
El endodermo está relacionado con el desarrollo del intestino primitivo, (específicamente originará su epitelio) y la formación del intestino está íntimamente asociado al plegamiento del embrión).

En el curso de la segunda semana, el embrión se abre camino a través de los tejidos maternos y se implanta en la capa compacta del endometrio.

Simultáneamente con la implantación, las células del embrioblasto se diferencian en dos capas, endodermo (hipoblasto) y ectodermo (epiblasto), constituyendo el embrión bilaminar.



Embrión bilaminar, segunda semana.

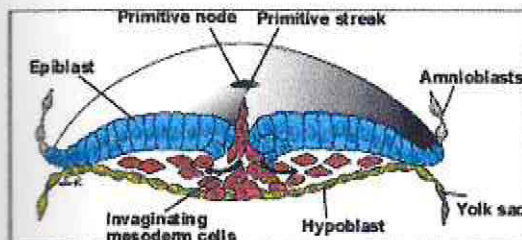
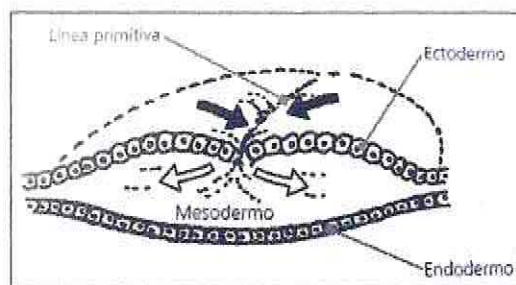


A fines de la segunda semana de gestación humana, el embrión tiene dos capas celulares, el **ectodermo (epiblasto)** y el **endodermo (hipoblasto)**.

Durante la tercera semana el embrión es trilaminar, constituyéndose la tercera capa, el mesodermo. (Aguirre, García, 1986).

El mesodermo se forma porque las células del ectodermo proliferan en los bordes de la línea primitiva; mientras que las células restantes permanecen formando la capa superficial. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

Corte transversal de embrión trilaminar.



La invaginación de las células del ectodermo da como resultado la formación del mesodermo, también sustituye algunas de las células del hipoblasto para dar origen al endodermo definitivo.

Este mesodermo dará origen a la musculatura, gran parte del tejido conjuntivo, cartílago, hueso, aparato circulatorio, sangre, sistema urogenital, entre otras estructuras.

Inicialmente el mesodermo se diferencia en tres zonas:

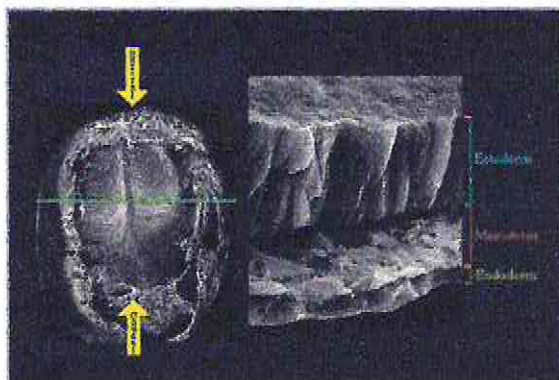
- Mesodermo somítico.
- Mesodermo intermedio.
- Mesodermo lateral. (Aguirre, García, 1986).



Ilustración de las tres zonas del mesodermo: **somítico**, **intermedio** y **lateral**.

Este mesodermo lateral junto con las células de la cresta neural contribuyen a la formación de los arcos faríngeos.

Finalmente en la tercera semana se distinguen en el embrión tres capas germinales.

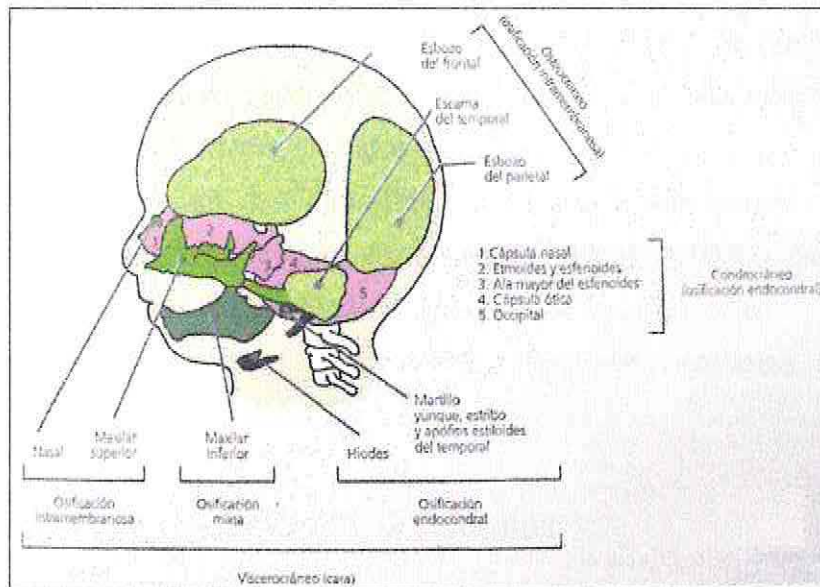


Corte de embrión , vista dorsal, ilustrando las tres capas germinales. **Ectoderm**, **mesoderm** y **endoderm**.

2.1.2 Desarrollo del Esqueleto de la Cabeza

La formación y desarrollo de la cabeza comprende dos porciones:

- Neurocráneo
- Viscerocráneo



Cráneo y cara de feto de 20 semanas, se indica el tipo de osificación.

Neurocráneo

Porciones del neurocráneo :

- Porción membranosa: formada por los huesos planos, que rodean al cerebro como una bóveda.
- Porción cartilaginosa: también denominada condrocáneo, que forma los huesos de la base del cráneo.

Viscerocráneo

El viscerocráneo origina:

- Las estructuras faciales (a partir de los arcos branquiales) con sus tejidos duros y blandos.
- La porción inicial del aparato digestivo: cavidad bucal.
- La porción inicial del aparato respiratorio: nariz y las fosas nasales. (Sadler, 1996).

Neurocráneo y viscerocráneo se diferencian al mismo tiempo pero crecen a ritmos distintos, el neurocráneo es más precoz y muy visible en el período embrionario, mientras que el viscerocráneo se desarrolla y crece a mayor velocidad en la etapa fetal y postnatal. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

El neurocráneo en su desarrollo pasa por tres etapas, mesenquimatosas, cartilaginosa y ósea; en cambio el viscerocráneo en general no pasa por una etapa cartilaginosa pues casi todos los huesos son de osificación directa.

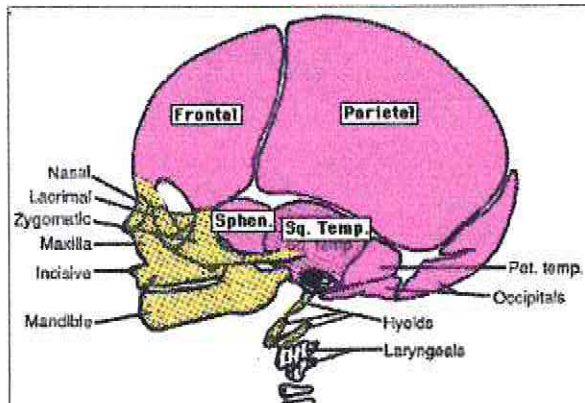
En el viscerocráneo el proceso de osificación comienza antes que en el neurocráneo. (Aguirre, García, 1986).

2.1.3 Origen de los Tejidos Faciales

Cresta Neural

El proceso de embriogénesis de la cara y de las estructuras intraorales asociadas consiste en una compleja serie de sucesos altamente integrados que comprenden extensas migraciones celulares, interacciones de tejidos, crecimiento y diferenciación celular.

Se ha demostrado que el esqueleto y el tejido conectivo de la cara y parte del cráneo, son derivados de células que se originan en las crestas neurales.



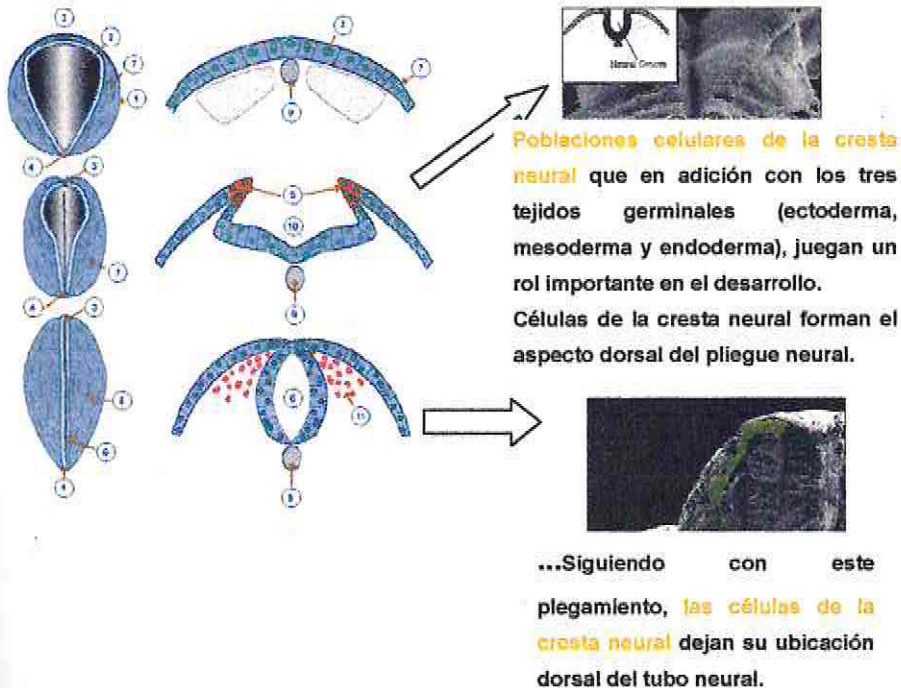
Células de la cresta neural forman la mayor parte del esqueleto facial y craneal. Sin embargo, células del mesoderma también contribuyen a su formación.

Las células de las crestas neurales:



Corte microscópico del aspecto de las células de la cresta neural.

- Se diferencian al mismo tiempo que el tubo nervioso desde el ectodermo.



1. Embrión
2. Placa neural
3. Polo anterior del embrión
4. Polo posterior
5. Pliegues (bordes) del canal neural que se va estructurando a partir de la placa cuando se va formando el tubo neural
6. Tubo neural
7. Ectoderma a partir del cual se formará la placa neural y la epidermis
8. Epidermis
9. Notocorda
10. Canal neural
11. Cresta Neural

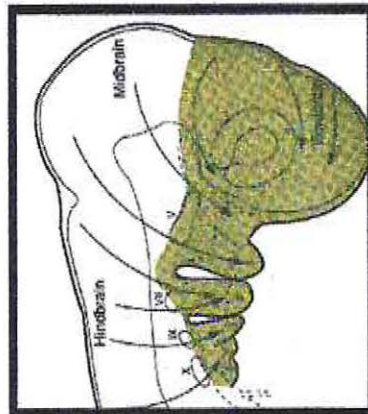
Una vez formada la placa neural, las células que la forman se dividen activamente y a diferentes ritmos hasta que de ella, por un proceso morfogénico, se originan dos estructuras: el tubo neural y la cresta neural.

El proceso de transformación de la placa en el tubo neural se muestra desde una vista dorsal combinada con cortes transversales.

En la parte central de la placa ocurre un hundimiento y se forma un canal antero-posterior a todo lo largo de ella. Este canal, gradualmente se va transformando en un tubo cuando sus bordes se van juntando. Es el tubo neural.

Al ir formándose el tubo, las células que se ubican como un límite entre la parte neural y la no-neural del ectoderma se separarán de este para constituir una estructura alargada, a cada lado del tubo neural y por debajo del ectoderma. Es la cresta neural. (http://www.puc.cl/sw_educ/neurociencias/htm/o34.html)

- Corresponden a una población celular pluripotente que diferencia varios tipos celulares distintos dependiendo éstos del tejido medioambiental con el que interactúa ya sea durante la migración o en su destino final. (Hall B. K.,1981).
- La migración ocurre entre los 18 a 37 días de la gestación y sus movimientos o desplazamientos son regulados por varios factores del tipo de los proteoglicanos, colágeno, iones, etc. Se trata de un mecanismo muy sensible a la acción de agentes teratógenos, de ahí que en esta etapa se pueden producir malformaciones congénitas máxilofaciales. (Gómez de Ferraris, Campos A.,2002).
- Estudios demuestran correlación entre síntesis de hialuronatos y movimiento o proliferación celular, lo mismo que entre remoción de hialuronato y diferenciación.
- De modo que las células migran mientras tengan un medio ambiente rico en ácido hialurónico y cuando éste es degradado por la hialuronidasa, las células se detienen y se comienzan a diferenciar.
- Durante la cuarta semana de desarrollo intrauterino, células desprendidas de las crestas neurales, migran a la futura región de los procesos faciales donde se asocian con el epitelio ectodérmico para empezar a diferenciarse. Este ectomesénquima (tejido conjuntivo embrionario cuyas células se originaron en la cresta neural) formará casi todo el esqueleto y el tejido conjuntivo de la región facial.



Las flechas indican el origen y el destino de las poblaciones de la cresta neural. En la región facial células de la cresta neural contribuyen al desarrollo del esqueleto y del tejido conectivo con excepción del esmalte dentario.

- La potencialidad de las células derivadas de la cresta neural para formar los cartílagos y huesos del esqueleto craneofacial depende de las interacciones que ellas tengan durante o después de su migración. (Aguirre, García, 1986).

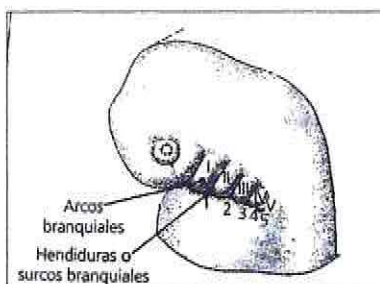
Arcos Faríngeos

Al principio de la cuarta semana se desarrollan los arcos faríngeos; surgen por proliferación del mesénquima de las paredes laterales y del piso de la faringe, el que se condensa formando barras en dirección dorsoventral. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

El embrión en este período no tiene cuello en su lugar están los arcos faríngeos, (es un típico embrión somítico). (Aguirre, García, 1986).

En el embrión humano se desarrollan seis arcos, pero los dos últimos son rudimentarios ya que se forman en correspondencia con la curvatura cefálica del embrión. (Aguirre, García, 1986). Otros autores señalan que el quinto arco faríngeo tiene un escaso desarrollo y el sexto en la especie humana no se desarrolla.

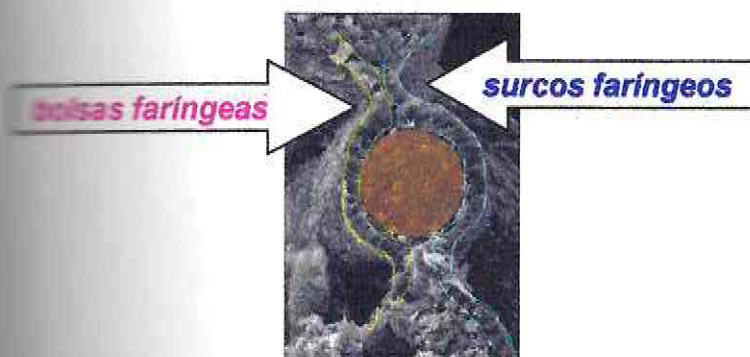
Los arcos no aparecen de forma simultánea, los primeros son los más craneales. De igual modo los arcos más craneales primero y segundo se desarrollan más que los otros. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).



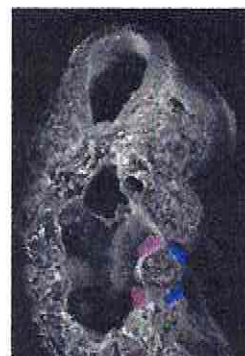
El primer, segundo, tercer y cuarto arco son visibles externamente. El sexto arco no forma elevación externa. En esta ilustración el corazón ha sido removido.

Cada arco faríngeo está formado por una región central de tejido mesenquimático de origen mesodérmico rodeado de las células que han migrado desde las crestas neurales. Estos arcos faríngeos están separados por surcos o invaginaciones externas e internas.

Los surcos externos son ectodérmicos y se denominan hendiduras faríngeas. Los surcos internos están recubiertos por el endodermo y constituyen las bolsas faríngeas.



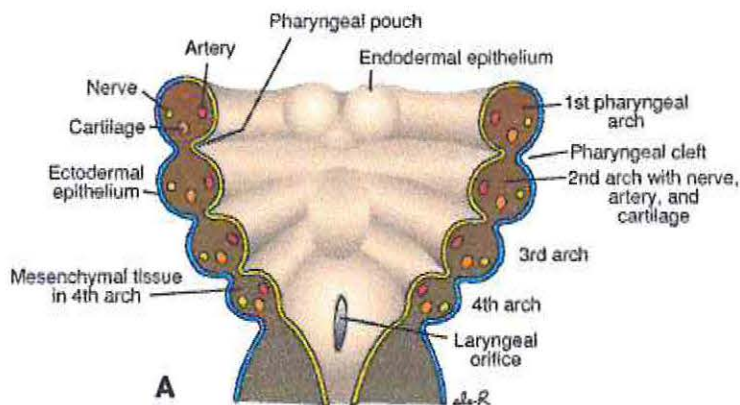
Cada arco contiene **mesénquima** derivado en parte de células de la cresta neural y en parte del mesodermo.



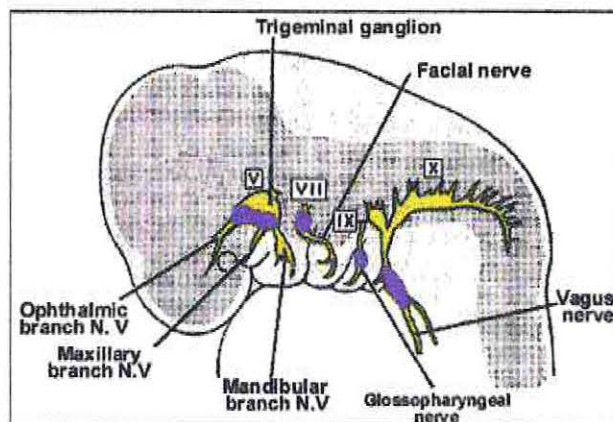
Los **surcos faríngeos** se localizan externamente, en oposición a las **bolsas faríngeas** que lo hacen internamente.

Los arcos faríngeos son metaméricos .

Cada arco faríngeo presenta un cartílago, una rama arterial que tiene la forma del arco, lo que se llama arco aórtico y un nervio que va a inervar todo lo que deriva del arco.



En el mesodermo de los cuatro arcos faríngeos se extienden fibras nerviosas que provienen desde los pares craneales V, VII, IX y X. En relación al nervio, éste tiene dos ramas, la rama motora que inerva el músculo derivado del arco correspondiente y la rama sensorial que origina una rama premetamérica que se dirige hacia delante para buscar el epitelio del arco anterior.



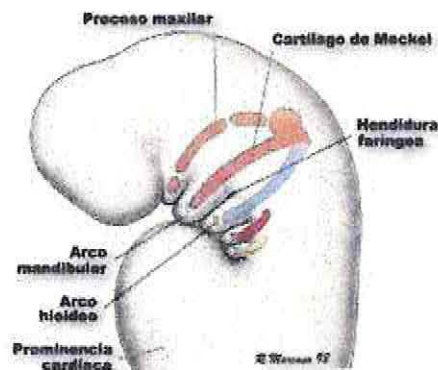
Cada arco faríngeo lleva consigo su propio nervio craneal. El nervio trigémino, que corresponde al primer arco faríngeo, presenta tres ramas: oftálmica, maxilar superior y la rama maxilar inferior. El nervio del segundo arco es el facial, el del tercero el nervio glosofaríngeo. Los músculos del cuarto arco son inervados por la rama laríngea superior del vago.

(Sadler, 1996)

Es importante destacar que el cartílago del primer arco faríngeo corresponde al Cartílago de Meckel , y el del segundo al Cartílago de Reichert o hioideo.

Ambos cartílagos semejan barritas que se extienden dorsalmente hasta el oído medio. En los restantes arcos faríngeos, sólo se forman pequeños cartílagos en su región ventral.

Vista lateral de la cabeza y cuello de un embrión de cuatro semanas



Vista lateral de la región anterior de un embrión de cuatro semanas, se observa la ubicación de los cartílagos de los arcos faríngeos.

En relación a los arcos faríngeos destacaremos el primer arco porque:

- Da origen a dos salientes, al proceso mandibular y maxilar.
 - Proceso mandibular, es el más voluminoso, que contribuye a la formación del maxilar inferior.
 - Proceso maxilar, más pequeño, que contribuye a la formación del maxilar superior. (Aguirre, García, 1986).



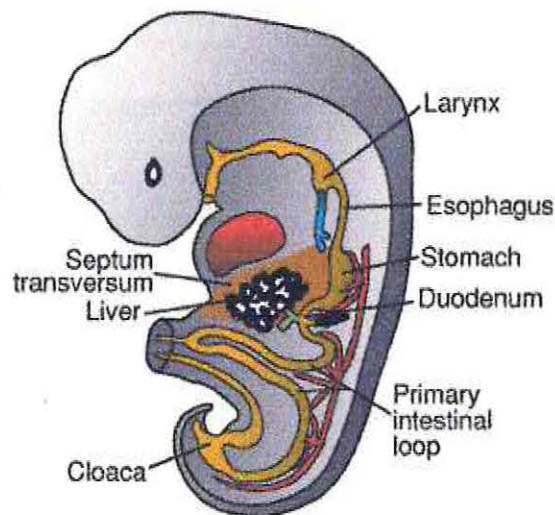
Embrión humano, sexta semana de gestación.

2.1.4 Formación Del Macizo Facial

2.1.4.1 Aspectos Generales

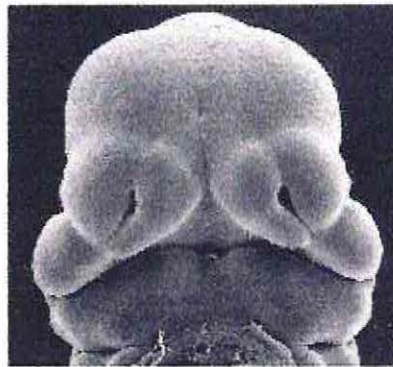
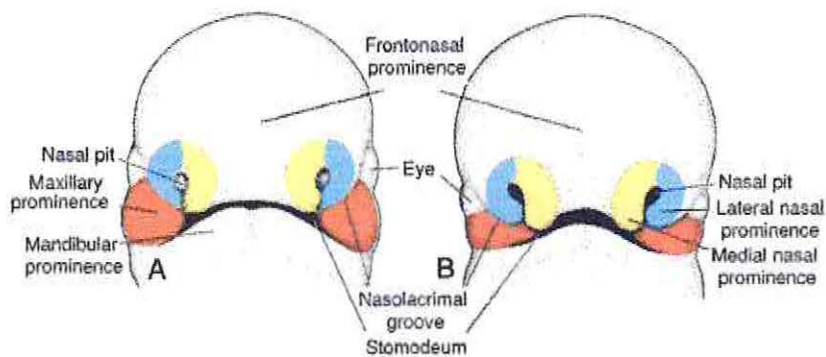
Los procesos faciales se forman alrededor de los 28 a 30 días de gestación del embrión humano.

En este período el embrión carece de cara y de extremidades y posee una cola bien notoria .



Vista lateral de un embrión de 32 días, 5 mm.

En la formación del macizo facial participan cinco procesos ubicados alrededor de una depresión central o estomodeo. Los procesos pares corresponden a las prominencias o mamelones maxilares y mandibulares respectivamente (derivadas del primer arco faríngeo) y el proceso impar es el frontonasal medio. Para algunos autores la cara deriva de siete procesos, ya que incluyen además, los dos procesos nasales laterales.



Aspecto de la cara vista de frente.

A : embrión de cinco semanas.

B: embrión de seis semanas.

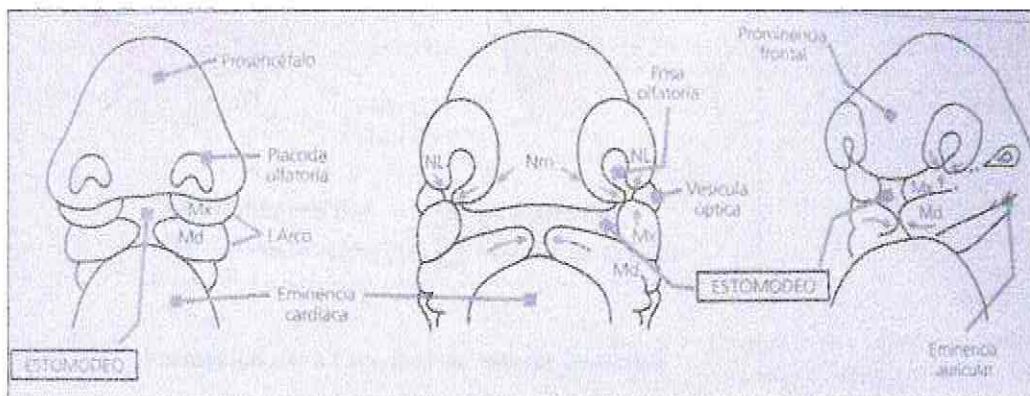
Los procesos nasales se separan gradualmente del proceso maxilar por medio de surcos profundos.

El estomodeo queda entonces limitado cefálicamente por el proceso o mamelón frontonasal que queda determinado por la eminencia que hace hacia delante el prosencéfalo o cerebro anterior y en su parte caudal, queda limitado por el proceso mandibular y lateralmente por dos pequeñas eminencias los procesos maxilares.

Etapas que siguen los procesos involucrados y sus movimientos, para determinar la configuración de la cara:

- El proceso maxilar crece y se dirige hacia arriba y hacia delante extendiéndose por debajo de la región del ojo y, por encima de la cavidad bucal primitiva.

- El proceso mandibular, en cambio, progresa hacia la línea media por debajo del estomodeo para fusionarse con el lado opuesto y formar la mandíbula y el labio inferior. El primer arco también da origen a los tejidos blandos asociados a la cavidad bucal. El nervio específico de la región es el V par.
- Los procesos mandibulares con los maxilares se fusionan lateralmente en la región superficial para formar la mejilla, reduciéndose de esa forma la abertura bucal.
- Los músculos de las mejillas derivan del mesénquima del segundo arco faríngeo y están inervadas por el nervio facial (VII par).
- Como resultado de un crecimiento mayor de las partes laterales con respecto a la región frontonasal, las fosas olfatorias se aproximan y el delgado espacio comprendido entre ambas se eleva y, da lugar al dorso y punta de la nariz.
- En la formación del labio inferior intervienen sólo los procesos mandibulares, mientras que en el labio superior su porción media o filtrum se origina a expensas de los procesos nasales medios, y sus porciones laterales a expensas de los procesos maxilares.

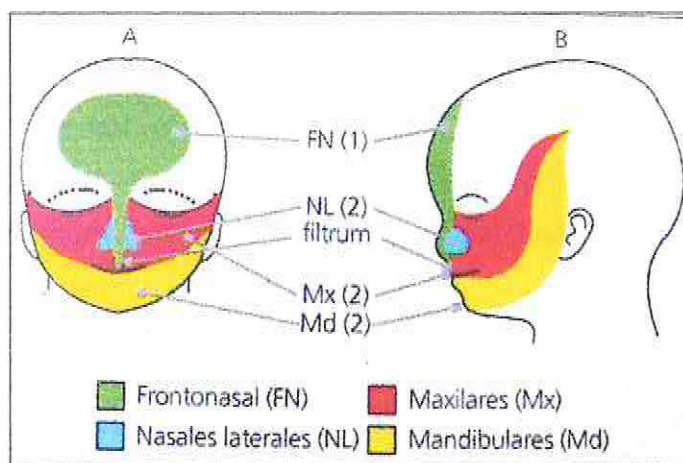


En embriones jóvenes, el origen del proceso mandibular a partir de esbozos pares es bien manifiesto. Hay una escotadura visible que los separa y persiste hasta que los engrosamientos se desplazan y se fusionan en la línea media, completando el arco de la mandíbula .



Sexta semana de gestación. Para un desarrollo normal del labio superior es necesario la unión de los procesos nasales mediales (amarillo) y nasales laterales (celeste) y maxilares (rojo).

Entre los 56 y 60 días de gestación (embrión humano de 30 mm.), el embrión adquiere la forma humana, esto significa que las fisuras faciales desaparecen por fusión de los procesos.



Formación de la cara, feto de catorce semanas.

Debemos destacar que durante la vida prenatal, la región bucomaxilofacial es la primera del organismo que experimenta la maduración del sistema neuromuscular, ya que la boca tiene relación con diversos reflejos vitales, que deben haberse completado al nacer como la respiración, la succión y la deglución. Todos estos reflejos se desarrollan de forma progresiva entre las 14 y 32 semanas de vida intrauterina. Existe, por lo tanto, una íntima relación de efecto de la función neuromuscular sobre el normal crecimiento y desarrollo facial. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

A fines del segundo mes, cuando la conformación de las partes blandas ya está en camino, comienza el desarrollo de las estructuras óseas, siendo los maxilares uno de los primeros huesos que se osifican. (Aguirre, García, 1986).

2.1.4.2 Embriogénesis del Maxilar Inferior

Cartílago de Meckel

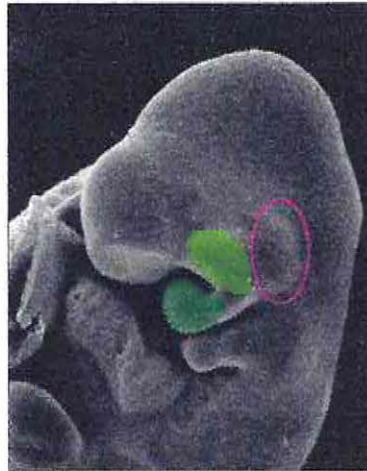
La mandíbula se forma a partir del primer arco faríngeo.

El cartílago que se desarrolla en el primer arco faríngeo corresponde al cartílago de Meckel, éste semeja una barrita que se extiende dorsalmente hasta el oído medio y está constituido por cartílago hialino rodeado por una cápsula fibrosa que se extiende desde la región del oído (cápsula ótica) hasta la línea media de los procesos mandibulares fusionados. Los dos cartílagos no se encuentran en la línea media sino que están separados por una banda de tejido mesenquimático.



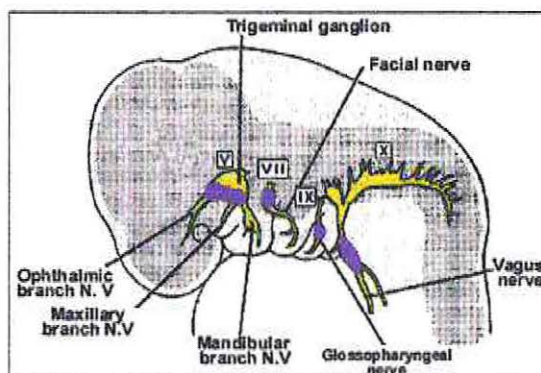
Vista lateral de la región de la cabeza y el cuello en un embrión de 4 semanas, que muestra los cartílagos de los arcos faríngeos que participan de la formación de los huesos de la cara y el cuello. Se puede observar el cartílago de Meckel que se extiende como una barrita a lo largo del proceso mandibular.

Dorsalmente en el primer arco faríngeo se observa una elevación que corresponde al ganglio del trigémino.



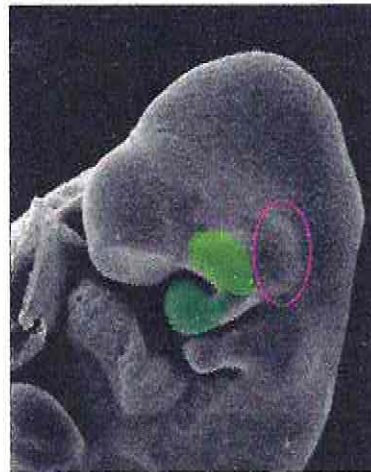
Aproximadamente a los 29 días de gestación, podemos observar claramente (encerrado en un círculo) la elevación que produce el ganglio del V par craneal.

La rama mandibular del nervio trigémino está en íntima relación con el cartílago de Meckel en los dos tercios iniciales, luego se divide en dos ramas: lingual y dentario inferior que corren a lo largo de su cara medial y lateral respectivamente. El nervio dentario inferior se divide más adelante en las ramas incisiva y mentoniana.



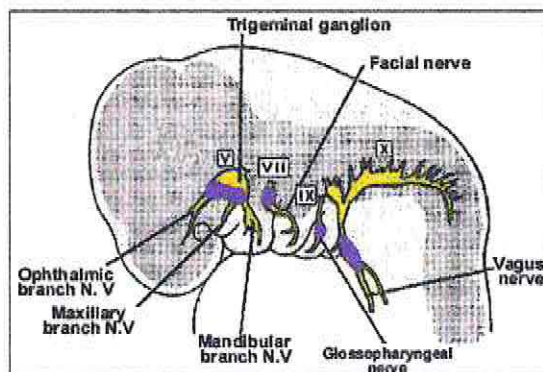
Rama mandibular del nervio trigémino.

Dorsalmente en el primer arco faríngeo se observa una elevación que corresponde al ganglio del trigémino.

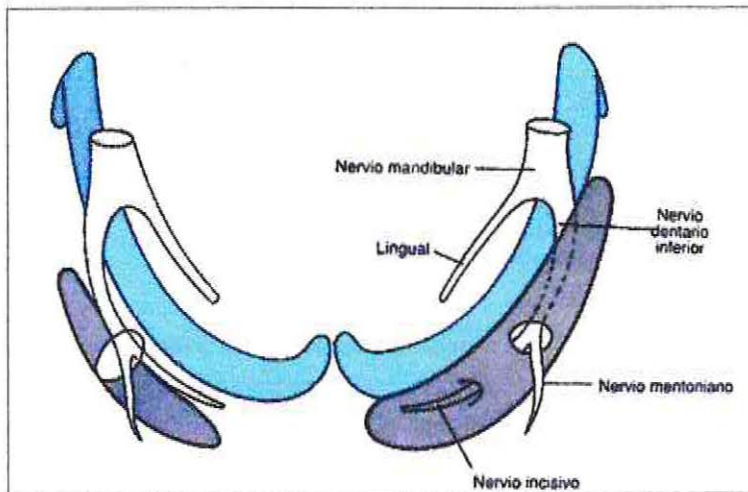


Aproximadamente a los 29 días de gestación, podemos observar claramente (encerrado en un círculo) la elevación que produce el ganglio del V par craneal.

La rama mandibular del nervio trigémino está en íntima relación con el cartílago de Meckel en los dos tercios iniciales, luego se divide en dos ramas: lingual y dentario inferior que corren a lo largo de su cara medial y lateral respectivamente. El nervio dentario inferior se divide más adelante en las ramas incisiva y mentoniana.



Rama mandibular del nervio trigémino.

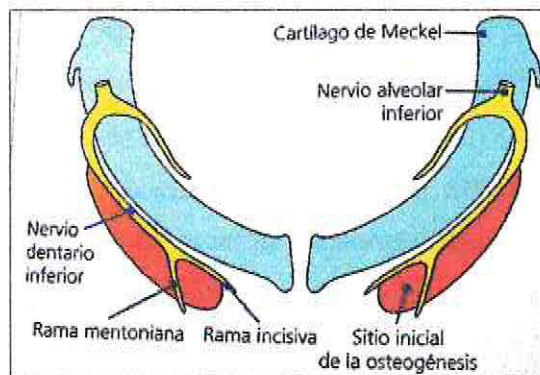


En el esquema se representó al cartílago de Meckel (celeste), lámina externa de la mandíbula (gris) y al nervio dentario inferior. Este da el ramo lingual y el dentario inferior. La osificación mandibular comienza en el sitio de bifurcación del nervio mentoniano y el nervio incisivo.

El papel del cartílago de Meckel en el desarrollo de la mandíbula parece estar restringido a determinar la forma del hueso, pero no tiene influencia inductora en la formación del tejido óseo como se pensaba hasta hace poco tiempo.

En el proceso mandibular, el cartílago de Meckel no se osifica sino que el mesénquima circundante se transforma en tejido óseo. (Aguirre, García, 1986).

El inicio de la formación de tejido óseo se produce a las seis o siete semanas. Comienza en la vecindad del ángulo formado por las ramas del nervio mentoniano y del nervio incisivo, al separarse del dentario inferior. Se inicia como un anillo óseo alrededor del nervio mentoniano y, luego las trabéculas se extienden hacia atrás y hacia delante, en relación externa al cartílago de Meckel. (Gómez de Ferraris, Campos A, 2002)



Representación esquemática de las relaciones entre la formación inicial de hueso en la mandíbula con el cartílago de Meckel y el nervio dentario inferior (alveolar inferior). El hueso comienza a formarse justo al lado del Cartílago de Meckel y se expande posteriormente a lo largo del mismo sin que se produzca una sustitución directa del cartílago por el hueso neoformado en la mandíbula. (Oral hystology, San Luis, 1985, Mosby-Med Book).

Estos dos huesos permanecen separados en la sínfisis mandibular hasta poco después del nacimiento. Este hueso recién formado va envolviendo al nervio dentario inferior. (Moyers R., 1998)

La rama de la mandíbula se desarrolla por un rápido crecimiento del proceso de osificación hacia atrás en el mesénquima del primer arco, pero separándose del cartílago de Meckel.

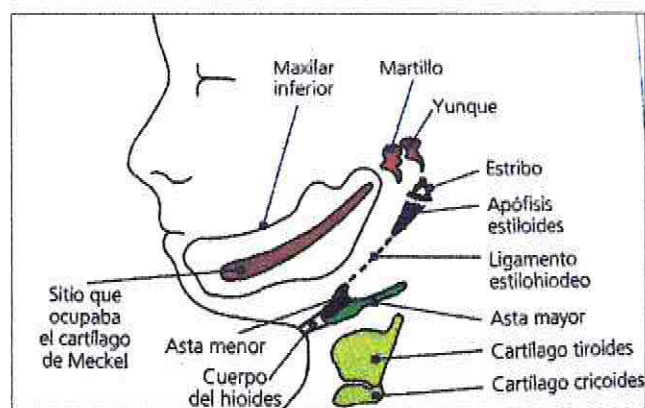
Este punto de divergencia corresponde al punto en que el nervio dentario inferior entra en el cuerpo de la mandíbula.

A las 10 semanas la mayor parte del cartílago de Meckel desaparece sin contribuir a la formación del hueso mandibular.



Embrión a las diez semanas.

Su extremo posterior se osifica para formar el yunque y el martillo. La porción intermedia del cartílago degenera y su cápsula fibrosa (pericondrio) forma el ligamento anterior del martillo y el ligamento esfenomandibular. (Aguirre, García, 1986). El ligamento esfenomandibular que se extiende entre la espina del esfenoides y la línula de la mandíbula, junto con el ligamento estilomandibular que se fija a la apófisis estiloides y en el ángulo de la mandíbula son ligamentos accesorios asociados a la ATM y tienen como función limitar los movimientos protrusivos. (Morimoto y cols, 1987).



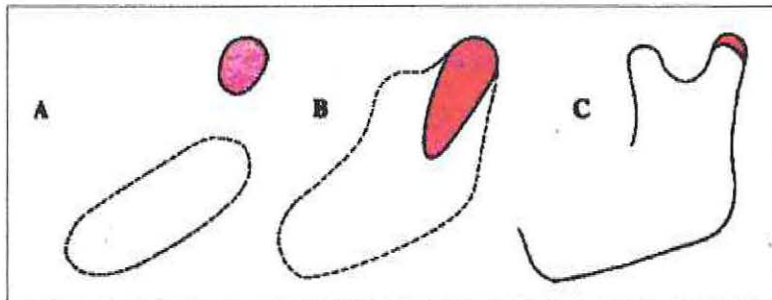
Alrededor de las diez semanas está esbozada la mandíbula, formada completamente por osificación membranosa. El hueso membranoso de la mandíbula ha aumentado mucho en sentido ánteroposterior y súperoinferior y aparece una condensación de mesénquima en su parte superior que toma forma esférica semejando el futuro cóndilo. (Enlow D., 1992).

A las doce semanas aparece el cartílago del cóndilo que forma rápidamente un cono que ocupa la mayor parte de la rama en desarrollo. (Aguirre, García, 1986). Este es encerrado por el hueso en desarrollo de la parte posterior de la mandíbula. El cartílago condilar es transformado rápidamente en hueso excepto en su extremo proximal, donde forma una articulación con el hueso temporal en la cavidad glenoidea. Esta cabeza cartilaginosa del cóndilo, encerrada en una cubierta fibrosa que es continua con la cápsula articular, persiste y funciona como un centro de crecimiento.

Por crecimiento intersticial y aposicional el cóndilo aumenta de tamaño y asume una apariencia más madura. La rápida formación de cartílago embrionario y la continua

formación endocondral aumenta el tamaño del cóndilo y este proceso ayuda a la elongación de la rama.

Esta masa de cartílago se convierte luego en hueso por osificación endocondral, de modo que a las 20 semanas queda una delgada capa de cartílago en la cabeza del cóndilo. (Moyers R., 1998).



El cartílago condilar (rosado). Se desarrolla inicialmente como una zona de condensación separada de la del cuerpo de la mandíbula, y sólo más tarde se incorpora al mismo.

A: Zonas separadas de condensación mesenquimatosa a las 8 semanas.

B: Fusión del cartílago con el cuerpo de la mandíbula a los cuatro meses.

C: Situación en el momento de nacer.

Aproximadamente a las doce y catorce semanas se inicia la formación del compartimiento inferior o mandibular de la cavidad articular.

Una semana después se forma el compartimiento superior o temporal por un proceso similar. (Aguirre, García, 1986).

Al comenzar el cuarto mes, la décimo tercera semana, ya comienzan los mecanismos de remodelación en el borde anterior de la apófisis coronoides, reabsorción y depósito en su borde posterior.

A las quince semanas están formados el compartimiento inferior y superior articular y entre ellos el esbozo del disco articular constituido por tejido mesenquimático.

A medida que avanza el desarrollo este tejido se va transformando en tejido fibroso y adquiriendo su forma típica, más delgada en la zona central.

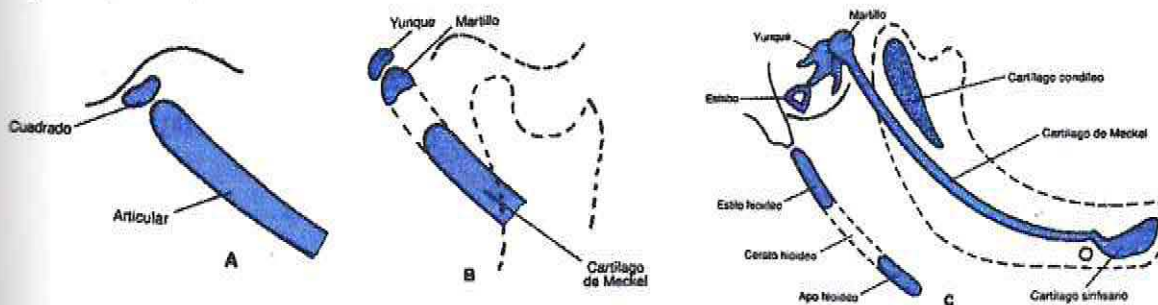
Una vez que las partes componentes de la ATM han sido establecidas no se observan mayores cambios excepto por el tamaño de las partes.

Concomitantemente con el crecimiento del cóndilo, hay una formación de hueso intramembranoso en la región temporal, de modo que a las 22 semanas de gestación la cavidad glenoidea está bien formada.

Experimentos in vitro han demostrado que el desarrollo de la ATM no depende de factores extrínsecos que operan en el embrión sino de intrínsecos especialmente de tejido mesenquimático de ciertas regiones del maxilar y de la mandíbula.

Las células de la cresta neural, parecen ser determinantes de la diferenciación de la ATM. En embriones precoces, cuando la mandíbula no contacta aún con la base del cráneo, se desarrolla una articulación transitoria . (Aguirre, García, 1986).

Esta articulación transitoria se forma en el extremo posterior del cartílago de Meckel, con la base del cráneo. Esta articulación primitiva es homóloga a la que se encuentra en reptiles y aves y persiste por cerca de cuatro meses, hasta que la ATM se diferencia. Durante el período en que esto sucede, el extremo posterior del cartílago de Meckel se osifica convirtiéndose en el martillo y yunque y de este modo, esta primitiva articulación pierde su relación con la mandíbula y se incorpora al oído medio. (Morimoto y cols, 1987).



Evolución de la articulación de la mandíbula.

A: En los reptiles la articulación se realiza entre el articular y el cuadrado, ambos derivados del cartílago de Meckel.

B: En los mamíferos, el articular y el cuadrado pasan al oído medio. Aparece el cartílago condíleo que se articulará al temporal y que se origina independientemente del cartílago de Meckel.

C: El extremo posterior del cartílago de Meckel se transforma para dar origen al martillo (derivado del articular) y al yunque (derivado del cuadrado). La articulación de la mandíbula con el cráneo se establece a partir del cartílago condíleo, independiente del cartílago de Meckel. El estribo es una transformación de la columela, derivado del cartílago de Reichert, el que pertenece al segundo arco faríngeo, junto a los sectores estiliohioideo, ceratohioideo y apohioideo.

A las veintiocho semanas, durante el séptimo mes se establece el patrón básico que da forma a la mandíbula con mecanismos de crecimiento y reabsorción. (Abramovich A.,1997).

Los patrones humanos de las angulaciones de la base craneal y posición maxilar parecen desarrollarse en el período embrionario tardío cuando el condrocráneo y el cartílago de Meckel forma el esqueleto craneofacial continuo. Los resultados sugieren que el crecimiento direccional rápido de los cartílagos primarios es importante para el desarrollo de la morfología facial humana y que la interferencia con cambios del normal crecimiento durante este período crítico pueden producir efectos irreversibles sobre la cara.

El crecimiento del maxilar inferior está influenciado también hasta el nacimiento por la aparición de tres cartílagos secundarios, no derivados del cartílago de Meckel: cartílago coronoideo, cartílago condíleo, cartílago sinfisial (incisivo o mentoniano), (Aguirre, García, 1986). y existiría un cuarto cartílago llamado angular . (Gómez de Ferraris,Campos A., 2002).

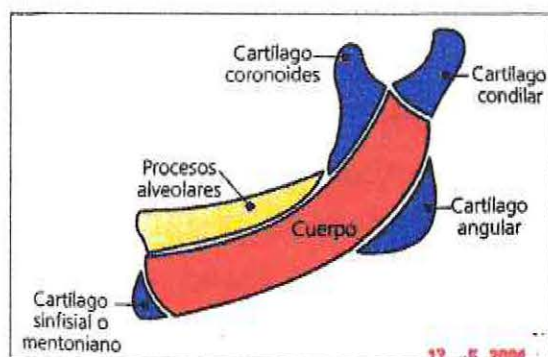


Diagrama de las distintas unidades cartilagosas que componen la mandíbula.

Cartílago coronoideo: el cartílago de la apófisis coronoideas aparece alrededor de los 4 meses y desaparece antes del nacimiento.

Cartílago condíleo: El cartílago del cóndilo mandibular, importante centro de crecimiento de la mandíbula, presenta modalidades de crecimiento y de diferenciación

características, diferentes a las placas de crecimiento de los huesos largos. (Wurgaft, Montenegro, 2003).

Se desarrolla del tejido conectivo que forma el esbozo del hueso mandibular, está formado por tejido cartilaginoso hialino revestido por una delgada capa de tejido mesenquimatoso que corresponde al pericondrio. (Barranquero y cols, 1995). Es el de mayor tamaño y desempeña un papel principal en el crecimiento de la rama mandibular, y persiste activo aproximadamente hasta los 20 años de edad. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

Los mecanismos que controlan la proliferación celular en el cóndilo mandibular, parecen tener mayor similitud con aquellos que regulan el crecimiento en las suturas craneales, que con los que regulan los cartílagos de las placas epifisarias.

Poco antes de las veinte semanas, se observan claramente cuatro capas en la superficie del cóndilo:

- Capa superficial.
- Capa proliferativa, formada por células indiferenciadas en activa multiplicación. Las células mesenquimáticas de esta capa se diferencian en condroblastos y luego en condrocitos que forman la matriz cartilaginosa con colágeno tipo II.
- Capa madurativa.
- Capa de osificación, formada por condrocitos en regresión debido a que la matriz cartilaginosa se calcifica provocando la muerte de las células cartilaginosas. Esto origina lagunas vacías que son invadidas por osteoblastos y vasos sanguíneos, los que sintetizan tejido óseo, originando las trabéculas óseas que contribuirán al crecimiento de la mandíbula.



ATM de feto humano de cuatro meses de gestación. Se observan las capas superficial, proliferativa y madurativa de la superficie condilar.



Cóndilo mandibular de feto humano de cinco meses. Se observan las capas: superficial, proliferativa, madurativa y de osificación. Los condroblastos originados en las células mesenquimáticas de la capa proliferativa no forman hileras como en los huesos largos.



ATM de un feto humano de siete meses. Se observa el cartílago del cóndilo mandibular, el disco articular y la eminencia del temporal.



Cóndilo mandibular de ATM de feto humano de siete meses. Se observa un canal vascular (flecha), que atraviesa perpendicularmente el cartílago a través de sus cuatro capas (superficial,proliferativa, madurativa y de osificación).

El cartílago condilar experimenta una secuencia de eventos durante su crecimiento y diferenciación, inducidos por moléculas específicas sintetizadas por las células mesenquimáticas indiferenciadas y por condrocitos, entre los cuales se encuentran factores de crecimiento, factores de transcripción y hormonas.

Los factores de crecimiento tienen una función importante en la proliferación celular y en la síntesis de matriz cartilaginosa.

En los últimos años, se han identificado algunos eventos celulares y moleculares responsables de inducir los procesos que dirigen el crecimiento condilar. La mayor parte de este conocimiento se ha obtenido a partir de estudios experimentales en animales de laboratorio.

Los factores de transcripción, son proteínas producidas por genes específicos, que se anclan en el ADN para estimular o inhibir la expresión de otros genes.

El proceso de diferenciación desde células mesenquimáticas a condrocitos está regulado por el factor de transcripción Sox 9 (proteína producto de un gen homeobox que actúa en el desarrollo), que activa directamente la expresión genética para el colágeno tipo II y este control está regulado por otros factores como FGF (factor de crecimiento de fibroblastos) y la BMP-4 (proteína morfogenética de hueso). Ambos tienen una función importante en el desarrollo craneofacial y en la formación de hueso.

El factor de transcripción Sox 9 se expresa en todos los tejidos cartilaginosos, los animales que carecen de éste, presentan defectos de los huesos largos y de ciertas áreas de la región craneofacial.

La falta de expresión de Sox 9 afecta a todas las estructuras del esqueleto, derivadas de cartílago, lo que da como resultado diversas anomalías como displasia, microcefalia, micrognatia y fisura palatina, entre otras.

En el cóndilo mandibular en desarrollo, Sox 9 se localiza en células de la capa proliferativa y de condrocitos hipertrofos.

Por otra parte, la BMP- 4 es un factor de crecimiento que se caracteriza por su capacidad para inducir formación de cartílago y hueso ectópico en tejidos blandos. El grado de crecimiento óseo longitudinal depende en primer lugar, del grado de crecimiento de la placa cartilaginosa. Esta última es regulada por la BMP- 4, la que a su vez regula positivamente a Sox 9.

En los casos de adelantamiento mandibular, la expresión de Sox 9 se incrementa en más de un 60% en la capa proliferativa, especialmente de la región posterior del cóndilo, lo que indica un aumento de la diferenciación de células mesenquimáticas en condrocitos.

La expresión de Sox 9 por los condrocitos, también se incrementa enormemente en la capa hipertrófica del cóndilo en respuesta al avance mandibular, lo que indica un aumento en la síntesis de matriz por estas células.

El avance mandibular también aumenta la condrogénesis por aumento de la síntesis de colágeno tipo II, que es el principal componente de la matriz cartilaginosa.

Los factores de crecimiento son proteínas de bajo peso molecular, determinadas por genes, cuya función es regular la proliferación celular en sitios o tejidos específicos.

La regulación del crecimiento cartilaginoso es un mecanismo complejo que involucra a varios factores de crecimiento, entre ellos, IGF (factor de crecimiento de insulina), el FGF (factor de crecimiento de fibroblastos), el VEGF (el factor de crecimiento vascular endotelial).

IGF 1 y 2 se expresan durante el desarrollo del cartílago condilar, regulan la proliferación y la diferenciación de los condrocitos de las placas de crecimiento de los cartílagos primarios (huesos largos).

En el cóndilo mandibular IGF1 se localiza en una angosta zona bajo la capa superficial donde las células son indiferenciadas. Los efectos de este factor en la formación de hueso endocondral en el cóndilo mandibular, son también dependientes de la edad.

En ratas el tratamiento con instrumento propulsivo induce un aumento significativo de ambos IGF en el cartílago condilar y, al mismo tiempo, aumenta la proliferación celular.

Por otra parte, el factor FGH tiene una regulación inhibitoria de crecimiento condilar, tanto en la proliferación como en la diferenciación de condrocitos.

VEGF es un importante mediador del proceso angiogénico relacionado con la fisiología ósea. En el cóndilo mandibular este factor se localiza preferentemente en las capas proliferativas y madurativas. Es decir, el VEGF tiene una doble función en el crecimiento de hueso, formación de nuevos vasos sanguíneos y ayudar a la diferenciación de células osteoprogenitoras.

El adelantamiento mandibular causa un incremento significativo en la neovascularización y en la osteogénesis del cóndilo mandibular.

En relación a los factores hormonales , existen numerosas investigaciones sobre el control hormonal de los huesos largos, sin embargo este conocimiento es escaso, en el crecimiento del cartílago condilar.

La hormona del crecimiento de la hipófisis (GH), estimula el crecimiento mandibular, pero su efecto en el cartílago condilar, todavía no se conoce bien.

Por otra parte la hormona paratiroidea (PTH) y su receptor son factores claves en la regulación de la osificación endocondral. Estos son reguladores fisiológicos de la diferenciación de los condrocitos y previenen la muerte celular apoptótica. En el cartílago condilar , el PTHr tiene una distribución temporal y espacial específica, lo que sugiere una posible regulación autocrina / paracrina en la diferenciación condrocítica. (Montenegro, 2004).

Cartílago sinfisial: el cartílago de la sínfisis mentoniana en número de dos aparece en el tejido conjuntivo que hay entre los extremos de los cartílagos de Meckel pero son independientes de él, se osifican completamente dentro del primer año de vida. (Aguirre, García, 1986). Para otros autores se mantiene hasta los dos años de edad. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002). Durante la vida fetal las dos mitades del maxilar inferior están unidas por el cartílago sinfisial (fibrocartílago). Esta verdadera sincondrosis, más tarde en la vida postnatal será reemplazado gradualmente por hueso. (Orliaguet y cols. 1994).

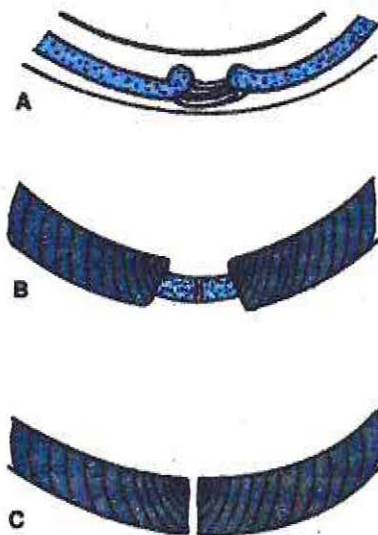
La sínfisis mandibular contiene la porción intramandibular del cartílago de Meckel. Para algunos autores (Fawcett, Orban), el cartílago presente en esta zona es secundario y tendría como función participar en el crecimiento lateral de la mandíbula. Tanto estos autores como aquellos que consideran que el cartílago sinfisario es el cartílago de Meckel están de acuerdo que en esta zona se establece una osificación endocondral, razón por la que la mandíbula será un hueso de osificación mixta (Widdowson). En la formación de la sínfisis se agregan unos puntos óseos, los huesecillos mentonianos, los que se sueldan más tarde al extremo anterior de aquella. A los dos años no quedan rastros de esta soldadura. Hasta este momento la línea media actúa como una sutura, participando en el crecimiento de las zonas situadas a ambos lados.

El cartílago sinfisiario participa en el crecimiento de esta región mandibular en los tres planos del espacio. Estos cartílagos se hallan enfrentados en la línea media. El pericondrio actúa como importante zona de crecimiento de cada uno de ellos que luego será reemplazado por el periostio mandibular. Estos lugares serán donde tomarán inserción los músculos genioglosos hacia atrás, y el músculo digástrico que se inserta en los huesecillos mentonianos que terminan soldándose con el cuerpo mandibular en el mentón.

La participación del cartílago sinfisiario es efectiva hasta los dos años.

Luego será reemplazado por el periostio que continúa con la función de crecimiento en la región mentoniana.

Durante el período cartilaginoso, el pericondrio es el que realiza el crecimiento activo y no participa el crecimiento intersticial del cartílago hialino central. (Ginisty), (Abramovich, 1997).



Sínfisis mandibular :

A: Sinfibrosis.

B: Sincondrosis.

C: Soldadura medial.

Cartílago angular: desaparece en el feto a término. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

Los cartílagos secundarios (apófisis coronoides, cóndilo, y sínfisis mentoniana), se diferencian del cartílago de Meckel porque éste último es un cartílago primario es decir embrionario; además los cartílagos secundarios tienen células más grandes y menor cantidad de matriz intercelular.

Merece señalarse que en los sitios donde aparecen estos cartílagos secundarios, tendrán inserciones los músculos masticadores.

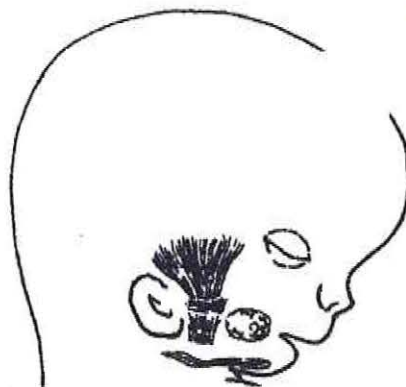
Esta interrelación "músculo - nervio y tejido óseo" es considerada como una función inductora (matriz funcional), donde cada una de estas estructuras estimula el desarrollo de sus tejidos adyacentes. Experimentalmente in vitro se ha demostrado que el tejido óseo se desarrolla de manera amorfa y para que adquiera su arquitectura correcta se necesita la presencia y la implantación de las fibras musculares en él. (Gómez de Ferraris, Campos A., 2002).

En resumen el maxilar inferior ofrece un mecanismo de osificación llamado yuxtaparacondral en el que el cartílago de Meckel, denominado cartílago primario, sirve como guía o sostén, pero no participa. La osificación se efectúa en forma de una estructura paralela y ubicada al lado del cartílago, de ahí su nombre (yuxta: al lado; para: paralelo; condro: cartílago).

También es descrita como un mecanismo de osificación mixto porque es intramembranosa con participación de los cartílagos secundarios.

Algunos autores señalan, además la importancia de la lámina dental, y sugieren que la misma, junto con el cartílago de Meckel, coordinarían el proceso de osificación en el cuerpo mandibular . Para otros autores el mesénquima es el que posee el potencial genético, para provocar las inducciones que regulan la morfogénesis dentaria y los tejidos anexos. Los gérmenes dentarios estimulan por su parte el desarrollo de las apófisis alveolares óseas (procesos alveolares), que luego se incorporan al cuerpo del maxilar .

2.1.4.3 Embriogénesis de los músculos de la masticación



Esquema de los músculos masticatorios en desarrollo a las 9 semanas. Estos músculos se desarrollan en el arco mandibular antes que los elementos esqueléticos en los que se insertan.

Aunque los músculos de la masticación se desarrollan al principio en estrecha relación con el cartílago de Meckel y los cartílagos de la base craneana, son independientes y sólo más tarde adhieren al esqueleto óseo .

El músculo temporal comienza el desarrollo lateral en la octava semana, ocupando el espacio por delante de la cápsula ótica. A medida que el hueso temporal comienza a osificarse en la décimotercera semana, el músculo se adhiere a lo largo de un frente más amplio. Más o menos para esta época, el músculo masétero comienza a insertarse al arco cigomático mientras se produce el crecimiento lateral que permite espacio para el desarrollo del músculo. Los músculos pterigoideos se diferencian en la séptima semana y pronto se relacionan con los cartílagos de la base craneana y el cóndilo .

Más tarde, a medida que aparece el cráneo óseo y aumenta en ancho y longitud, estos músculos se expanden rápidamente. La típica estructura histológica fetal de los músculos aparece hacia la vigésimo segunda semana. (Gasser, 1967).

2.1.4.4 Alteraciones del Desarrollo Máxilofacial

- Gran parte de la patología máxilofacial se debe a alteraciones del desarrollo embrionario y perinatal.
- La etiología precisa involucrada en estas malformaciones congénitas es de difícil precisión.
- Trabajos con animales de experimentación y evidencias familiares y poblacionales en la especie humana indican factores genéticos subyacentes, que responderían a un modelo de herencia poligénica las que interactúan con diversos agentes medioambientales.
- Para que exista desarrollo normal, una estructura debe estar en el lugar específico, en el momento preciso para interactuar con otra estructura.

Síndromes del Primer Arco

Dentro de las anomalías faciales se encuentran los síndromes del primer arco, que corresponden a un conjunto de malformaciones que resultan de alteraciones de los tejidos derivados del primer arco faríngeo. (Aguirre, García, 1986).

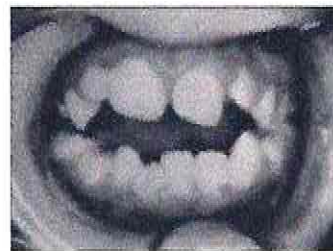
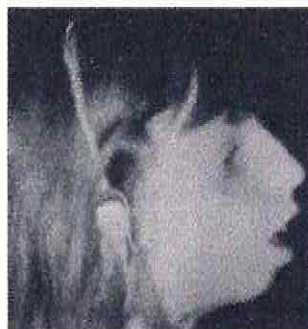
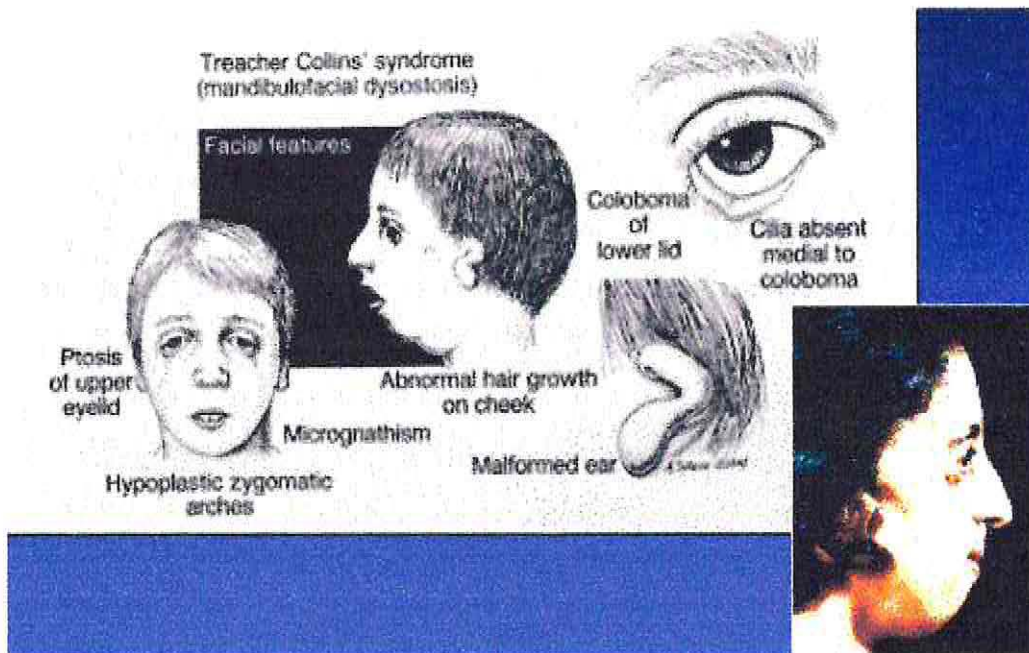
Síndrome de Treacher Collins o disostosis mandíbulo facial :

Es un síndrome hereditario con carácter autosómico dominante, y el 60% de los casos se produce por nuevas mutaciones. En animales de laboratorio pueden lograrse fenocopias del síndrome mediante la administración de dosis teratógenas de ácido retinoico, lo que indicaría que en el ser humano algunos casos podrían ser causados por este tipo de agentes.

Se caracteriza por hipoplasia malar (por subdesarrollo de los huesos zigomáticos), hipoplasia mandibular, hendiduras palpebrales oblicuas, colobomas del párpado inferior, malformaciones del pabellón de la oreja. (Sulik y cols, 1987).

Falta del desarrollo del oído medio que resulta en pérdida de la audición. (Moyers R.,1998)

Fisuras del paladar secundario. (Aguirre, García, 1986).



Vista frontal, perfil e intraoral de una niña de 8 años con severa expresión del síndrome, nótese la deformidad auricular bilateral, hipoplasia malar, fisura palpebral inferior, hipoplasia mandibular y mordida abierta.

Síndrome de Pierre Robin

Puede aparecer independientemente o junto con otros síndromes y malformaciones.

Los niños por lo común presentan una tríada compuesta por micrognatia, fisura del paladar, y glosoptosis.

Está afectado considerablemente el desarrollo del maxilar inferior. (Sadler, 1996).

Los procesos mandibulares de los primeros arcos no crecen y la lengua se queda entre los procesos palatinos. (Aguirre, García, 1986).

El síndrome puede ser debido a factores genéticos o ambientales. También puede considerarse una deformación causada por compresión del mentón contra el tórax en el caso de oligohidramnios. (Sadler, 1996).

También se ha establecido que la nutrición deficiente de la madre o traumatismo intrauterino pueden ser sus principales determinantes. (Aguirre, García, 1986).

La anomalía se observa por uno de cada 8500 nacidos vivos. (Sadler, 1996).



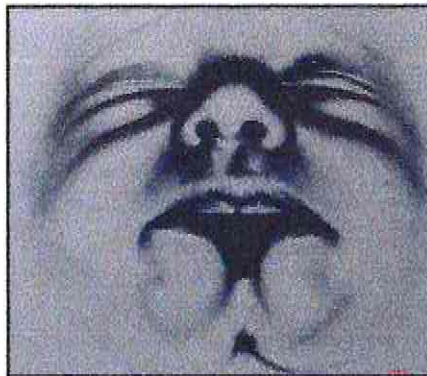
Teleradiografía que muestra las características esqueléticas del síndrome en un recién nacido.

Hendidura Mandibular

Los defectos de la línea media ocurren también en la mandíbula, aunque son raros. Este defecto surge de la segunda semana prenatal cuando se ve una constricción en el arco mandibular.

Resultan de una falta de desarrollo de la línea media del primer arco faríngeo, con deficiencia esquelética y de tejido blando en ese lado.

Hay falta de desarrollo de los dientes anteroinferiores. (Moyers R., 1998)



Hendidura mandibular. La falta de unidad en los procesos mandibulares en la línea media resulta en la pérdida de tejido blando y unión ósea. Hay también falta de desarrollo de los dientes anteroinferiores.

Agentes Teratógenos

Entre los agentes teratógenos o causas más comunes que pueden afectar el desarrollo dando lugar a malformaciones, se mencionan diversas sustancias químicas.

Por ello se debe evitar administrar o prescribir a la mujer embarazada, especialmente en los tres primeros meses (período embrionario), todo tipo de medicamentos potencialmente teratógenos. Se citan a continuación algunos de ellos:

- Anticonvulsivantes (antiepilépticos): producen paladar hendido.
- Tetraciclinas (administración prolongada): conducen a defectos en los tejidos dentarios en desarrollo y retardan el desarrollo óseo.

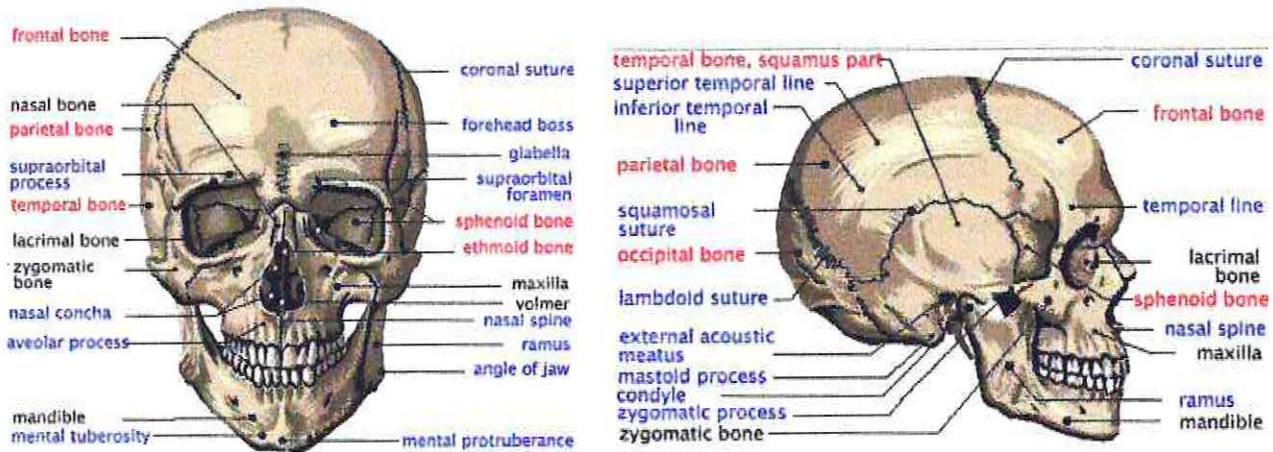
- Hidantoína usado para tratar disritmias: producen paladar fisurado.
- Corticoides y antidiabéticos orales: han dado lugar a malformaciones en animales de experimentación, al igual que la hipervitaminosis "A" que genera paladar secundario fisurado (por persistencia de los epitelios enfrentados en el momento de la mesodermización).
- Se ha informado también que los virus pueden considerarse agentes etiológicos de malformaciones. Como ejemplo el virus de la toxoplasmosis atraviesa la barrera placentaria y provoca en el embrión las siguientes anomalías: microencefalia o hidrocefalia, micrognatia y daños neurológicos.

2.2 Anatomía

2.2.1 Cráneo:

El cráneo es el esqueleto de la cabeza; sus dos porciones, el neurocráneo (bóveda craneal) y el viscerocráneo (esqueleto de la cara), constan de varios huesos. El neurocráneo tiene un techo en forma de cúpula llamado calota y un suelo llamado base craneal. Forma una verdadera caja encerrando el encéfalo, las meninges craneales, las porciones proximales de los nervios craneales y los vasos sanguíneos. El neurocráneo se compone de 8 huesos:

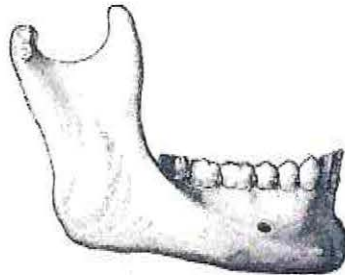
1. Un hueso frontal.
 2. Dos huesos parietales.
 3. Dos huesos temporales.
 4. Un hueso occipital.
 5. Un hueso esfenoides.
 6. Un hueso etmoides.
- El viscerocráneo (esqueleto de la cara), es la parte anterior del cráneo que contiene las órbitas y las cavidades nasales y comprende el maxilar y la mandíbula. Se compone de 14 huesos irregulares:
 1. Dos huesos lacrimales.
 2. Dos huesos nasales.
 3. Dos huesos maxilares. (Maxilar superior)
 4. Dos huesos cigomáticos.
 5. Dos huesos palatinos.
 6. Dos cornetes nasales inferiores.
 7. Mandíbula. (Maxilar inferior)
 8. Un vómer. (Testut, Latarjet, 2000).



2.2.2 Anatomía del Maxilar Inferior.

Hueso impar, medio, simétrico, situado en la parte inferior de la cara. Se divide en dos partes:

- Un cuerpo (parte media).
- Dos ramas (partes laterales).



Cuerpo del maxilar inferior:

Tiene forma de herradura con cavidad dirigida hacia atrás. Se estudian en él una cara anterior, otra posterior, un borde superior y otro inferior.

- Cara anterior: presenta en la línea media, la sínfisis mentoniana, que termina, en una pequeña eminencia piramidal llamada eminencia mentoniana. A ambos lados de la sínfisis, una línea oblicua que va desde la eminencia mentoniana al borde anterior de

la rama. Por encima de esta línea, a nivel del segundo premolar, el agujero mentoniano, por el cual pasan el nervio y los vasos mentonianos.

- Cara posterior: presenta en la línea media, cuatro eminencias, las apófisis geni (dos superiores para los músculos genioglosos y las dos inferiores para los genihioídeos); por encima de esta línea y un poco por fuera de las apófisis geni, la fosita sublingual (para la glándula sublingual), por debajo de esta misma línea y a nivel de los dos últimos molares, la fosita submaxilar (para las glándulas del mismo nombre).
- Borde superior o alveolar: ocupado por las cavidades alveolares.
- Borde inferior: redondeado y obtuso, presenta en su parte interna, inmediatamente por fuera de la sínfisis, la fosita digástrica (para el músculo del mismo nombre). En su parte externa, lugar donde comienzan las ramas, se encuentra un pequeño canal, lugar donde pasa la arteria facial.

Ramas:

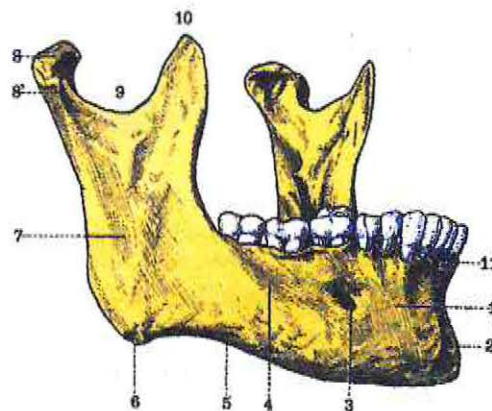
Son cuadriláteras, más altas que anchas, y están oblicuamente dirigidas de abajo arriba y de delante atrás. Cada una de ellas presenta dos caras y cuatro bordes.

Caras:

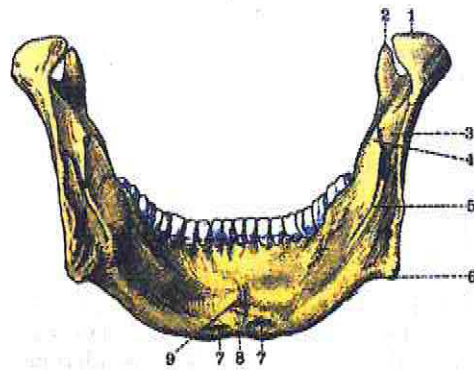
- Cara externa: plana, presenta líneas rugosas donde se inserta el músculo masétero.
- Cara interna: presenta en su centro el orificio superior del conducto dentario, para el nervio y los vasos dentarios inferiores. En el borde de este orificio, se encuentra la espina de Spix. De la parte pósteroinferior de este orificio parte el canal milohioídeo, para el nervio y vasos milohioídeos. Toda la parte inferior de esta cara está llena de rugosidades para la inserción del músculo pterigoídeo interno.

Bordes:

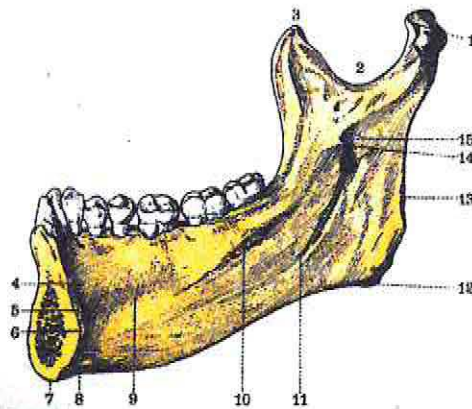
- Borde anterior: es cóncavo, formando un canal.
- Borde posterior: ligeramente encorvado en forma de *s* itálica, redondeado y obtuso, está en relación con la parótida.
- Borde superior: presenta en su parte media la escotadura sigmoídea, por la que pasan el nervio y vasos maseterinos. Por delante de esta escotadura se encuentra la apófisis coronoides, donde se inserta el músculo temporal. Por detrás de la escotadura, el cóndilo articular, estructura elipsoide, aplanado de delante atrás, con su eje mayor dirigido oblicuamente de afuera adentro y de delante atrás, sostenido por una porción más estrecha, el cuello, en cuyo lado interno se encuentra una depresión rugosa para el pterigoídeo externo.
- Borde inferior: se continúa directamente con el borde inferior del cuerpo. El punto saliente en que encuentra, por detrás, el borde posterior de la rama, constituye el ángulo del maxilar (gonion de los antropólogos). (Testut, Latarjet, 2000)



MAXILAR INFERIOR, Cara derecha. 1Cuerpo; 2 Sínfisis mentoniana; 3 Agujero Mentoniano; 4 Línea oblicua externa; 5 Borde inferior; 6 Angulo del maxilar; 7 Rama; 8 Cóndilo; 8' Cuello condilar; 9 Escotadura sigmoídea; 10 Apófisis coronoides; 11 Borde alveolar.



MAXILAR INFERIOR, Cara posterior. 1 C6ndilo; 2 Ap6fisis coronoides, 3 Orificio del conducto dentario; 4 Espina de Spix; 5 Canal milohioideo; 6 Angulo del maxilar; 7 Fositas dig6sticas; 8 Sinfisis mentoniana; 9 Ap6fisis geni.



MAXILAR INFERIOR, Cara interna, lado derecho. 1 C6ndilo; 2 Escotadura sigmoidea; 3 ap6fisis coronoides; 4 Fosita sublingual; 5 y 6 Ap6fisis geni superior e inferior respectivamente; 7 Cuerpo del hueso seccionado a nivel de la sinfisis mentoniana; 8 Fosita dig6stica; 9 Fosita submaxilar; 10 L6nea oblicua interna; 11 Canal milohioideo; 12 Angulo del maxilar, 13 Borde posterior de la rama; 14 Espina de Spix; 15 Orificio superior del conducto dentario.

Estructura del Maxilar Inferior

La mandíbula está compuesta de hueso esponjoso, con una capa externa de hueso compacto, que es excepcionalmente grueso, especialmente en el borde inferior. Las paredes vestibulares de los alvéolos son considerablemente más delgadas que sus paredes linguales, excepto en el caso del tercer molar. El conducto dentario inferior está situado en la sustancia esponjosa, cerca del nivel de la línea milohioídea, sin una pared bien definida. (Romanes, 1991).

El conducto dentario inferior recorre ambas ramas mandibulares, comienza en la espina de Spix, se dirige oblicuamente hacia abajo y adelante hasta el segundo premolar, dividiéndose en este punto en dos ramas: una externa, el conducto mentoniano, que termina en el agujero mentoniano y otra interna (el conducto incisivo). (Testut, Latarjet, 2000).

Cambios del maxilar inferior producidos por la edad

Mandíbula en el recién nacido

En el recién nacido la cara está poco desarrollada con respecto a la porción craneal, es más ancha que alta y poco profunda.

La mandíbula se caracteriza por tener ramas cortas y anchas con el ángulo goníaco muy obtuso, y las apófisis coronoides en posición más elevada que el cóndilo. El agujero mentoniano se encuentra cerca de la porción basal; aquí el borde alveolar es muy escaso y contiene los gérmenes dentarios en distintas etapas del desarrollo embrionario.

El desarrollo del maxilar inferior se ve estimulado por la acción que ejercen los tejidos blandos durante la succión (lactancia), en los que predominan los movimientos hacia abajo y hacia adelante. En la segunda infancia la cara aumenta de tamaño con rapidez, a expensas del desarrollo de la fosas nasales, senos maxilares y la erupción dentaria. Esta última trae apareada el aumento progresivo del diámetro sagital y vertical

de la cara así como, la disminución del ángulo goníaco y la disposición oblicua de las apófisis pterigoides.(Gómez de Ferraris, Campos A.,2002).

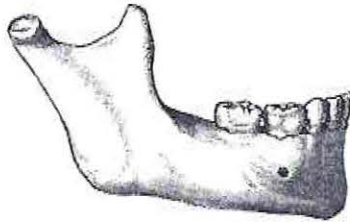
Mandíbula senil.

Con la desaparición de los dientes, involucionan las apófisis alveolares y el cuerpo de la mandíbula queda reducido a su porción basal. El ángulo gonial vuelve a aumentar de amplitud , alcanzando aproximadamente 140°. El agujero mentoniano, que en el adulto se halla equidistante de los bordes superior e inferior, en la mandíbula senil se encuentra cerca del borde superior. El mentón se torna más prominente que en el adulto. (Abramovich, 1997).

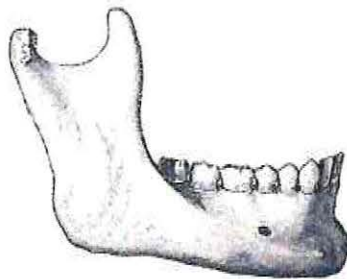
Formas del maxilar inferior a diferentes edades:



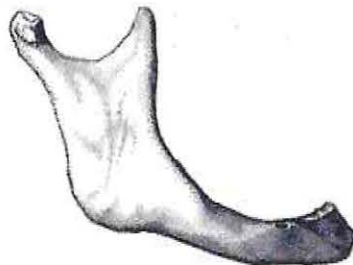
Maxilar inferior al año de vida.



Maxilar inferior del infante.



Maxilar inferior en el adulto.



Maxilar inferior senil.

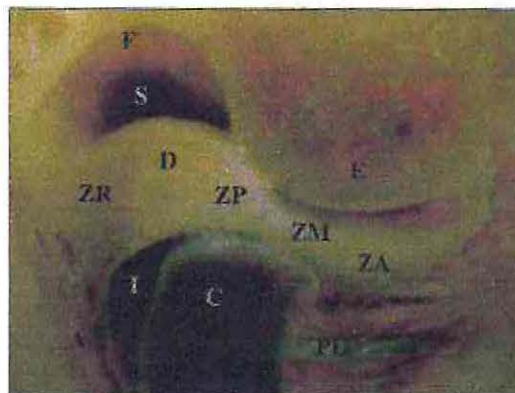
Articulación Témporomandibular (ATM).

Permite establecer una relación entre el hueso temporal, en la base del cráneo y la mandíbula.

Es una articulación sinovial con características especiales que le permiten realizar los complejos movimientos asociados con la masticación. Desde el punto de vista funcional, la ATM se clasifica como una articulación bicondílea, ya que articula dos huesos cuyas superficies convexas se mueven en una cavidad, que contiene un disco articular como medio de adaptación, (estructuras lubricadas por el fluido sinovial). Su especialización está reflejada en sus características anatómicas e histológicas.

Está constituida por los siguientes elementos anatómicos:

- Cóndilo mandibular, articula bilateralmente con la base del cráneo. Tiene forma convexa y posee la superficie articular de la mandíbula.
- Eminencia articular y fosa articular (cavidad glenoídea) del temporal, forman la parte craneana de la ATM. Constituyen las superficies articulares del hueso temporal.
- Disco articular, es un disco movable especializado que relaciona y amortigua el trabajo de las piezas articulares. Separa la cavidad articular en dos compartimentos: supradiscal e infradiscal. (Wurgajt, Montenegro, 2003).



Corte sagital de ATM.

Visión macroscópica.

Se observa el cóndilo mandibular (C), la eminencia (E) y fosa articular (F), el disco (D), la cápsula articular (A), las cavidades supra (S) e infradiscal (I) y el músculo pterigoideo lateral (PL). El disco articular: Zona anterior (ZA), zona media (ZM), zona posterior (ZP) y zona retrodiscal (ZR).

- Membrana sinovial, cubierta interna articular que regula la producción y composición del líquido sinovial. A través de este mecanismo mantiene la vitalidad de los tejidos articulares. El líquido sinovial es un fluido de matriz extracelular amorfa que participa en la nutrición y defensa de los tejidos articulares.
- Cápsula articular que envuelve y protege a la articulación. (Wurgaft, Montenegro, 2003).

2.2.3 Músculos Mandibulares

Los músculos mandibulares pertenecen al grupo de los músculos esqueléticos.

En general los músculos esqueléticos se dividen en dos grupos de acuerdo a su función, e independientemente si ellos flectan o extienden una articulación:

Músculos Extensores.

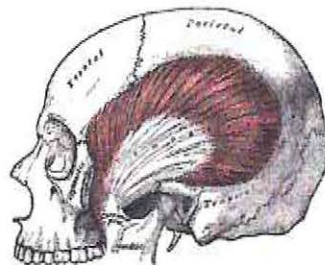
Músculos Flexores.

Músculos Extensores: ejercen una función antigravitacional, porque se oponen a la fuerza de gravedad y son posturales debido a que desempeñan un rol importante en los mecanismos de adaptación postural. En base a esta división funcional son extensores los músculos elevadores mandibulares.

Tradicionalmente se describen cuatro pares de músculos, masétero, temporal, pterigoideo interno y pterigoideo externo, pertenecen a los músculos de la masticación propiamente tal; se les denomina también elevadores mandibulares porque todos ellos, con excepción del haz inferior del pterigoideo externo, intervienen en el cierre mandibular.

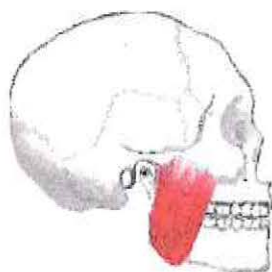
- **Músculo temporal:** tiene inserción superior en la fosa temporal y en la superficie profunda de la aponeurosis temporal. Sus fibras anteriores convergen a medida que descienden, reuniéndose en una inserción tendinosa que pasando profundamente con respecto al arco cigomático,

se inserta en el borde anterior, apex y superficie profunda de la apófisis coronoides de la mandíbula. Las fibras que cubren el borde anterior de la rama se extienden en su mayoría hasta el nivel del plano oclusal y son extremadamente sensibles a la presión. Las fibras anteriores, que forman el mayor volumen del músculo, son en consecuencia, de dirección casi vertical. Las fibras medias y posteriores del músculo temporal se vuelven extremadamente oblicuas, especialmente las posteriores que corren en una dirección horizontal. Se insertan en la apófisis coronoides, casi inmediatamente por debajo de la profundidad de la escotadura sigmoídea. La porción posterior del temporal presenta un haz de fibras inferiores, que se desplazan horizontalmente en forma recta hacia delante, hasta el borde anterior de la raíz del arco cigomático. A este nivel las fibras musculares, protegidas en su superficie inferior por una capa tendinosa, se doblan nítidamente hacia abajo en una dirección casi vertical, para insertarse en el área más inferior de la escotadura sigmoídea.



Músculo temporal.

- **Músculo Masétero:** es un músculo grueso y cuadrilátero compuesto por dos haces. El haz superficial tiene su inserción superior en el borde inferior del arco cigomático y malar; sus fibras se dirigen oblicuamente hacia abajo y atrás, insertándose en el ángulo mandibular y en la mitad inferior de la cara externa de la rama mandibular. El haz profundo que es el más delgado de ambos, nace del tercio posterior del borde inferior y superficie interna del arco cigomático. Sus fibras se dirigen hacia delante y abajo, para insertarse en la mitad superior de la cara externa de la rama mandibular, como también en la superficie lateral de la apófisis coronoides. (Manns, 1988)



Músculo masétero.

Los músculos temporal anterior, posterior y masétero podrían influenciar la forma del esqueleto facial, ya que se han reconocido efectos de la función neuromuscular sobre el crecimiento facial; por lo tanto parece que existe una relación entre crecimiento óseo y los músculos adheridos a este hueso. (Moyers, 1990).

La composición histoquímica de las fibras musculares parece estar muy relacionada con su función ; fibras de tipo I son de activación lenta y parecen soportar trabajos prolongados, como mantener la posición postural mandibular; las fibras tipo II son de activación rápida y están relacionadas con funciones cortas pero intensas.

En el estudio de Ericsson y Thornell , en cortes transversales de fibras musculares se encontró que el masétero tiene entre un 70 y 87% de fibras tipo I, mientras que el temporal posterior tenía 89.9% de éstas. Por ello se relaciona el temporal posterior más con un músculo posicionador de la mandíbula, que como masticador.

Se ha sugerido entonces, que factores como el crecimiento muscular, su migración, su intersección, influyen de gran manera algunos rasgos del crecimiento de forma facial. (Ericsson y Thornell, 1983).

Sassouni y Forrest describen cómo las inserciones musculares tienden a estimular la formación ósea y la remodelación local del hueso, proporcionalmente a la

demanda funcional. También relata que la inserción del músculo temporal en la mandíbula es responsable del desarrollo en el tamaño y forma del proceso coronoides.

Lo mismo sucede en el proceso gonial de la mandíbula, donde el músculo masétero por su acción, influencia directamente la cantidad y dirección de su crecimiento (Sassouni y Forrest, 1971).

Lowe realizó un estudio electromiográfico donde mostraba las correlaciones entre la actividad muscular orofacial y la morfología craneofacial, y encontró que la sobre mordida vertical fue la única variable que tuvo relación positiva con el músculo masétero, ya que éste tiende a poseer mayor umbral de acción muscular en pacientes con sobremordida. (Lowe, 1980).

También se ha evaluado la posición del músculo masétero con relación al plano de oclusión y se observó su posible efecto sobre las características biomecánicas de las fuerzas musculares transmitidas a la dentición. Quizás sea el masétero, el músculo biomecánicamente más importante, ya que es el que mayor fuerza desarrolla, por lo tanto transmite más fuerza sobre el sistema dentofacial. (Proctor y Vicenzo; 1970).

Lowe y Granhaku desarrollaron una investigación en la que querían corroborar la relación que podía existir entre la musculatura mandibular y la forma craneofacial. Fue llevado a cabo en 25 pacientes adultos con apnea y su propósito era determinar el volumen del músculo masétero y pterigoideo y evaluar estas dos medidas con otras halladas en radiografías cefálicas laterales.

El músculo masétero no tuvo correlación con el plano mandibular ni con el proceso gonial, pero sí tuvo relación con la altura posterior de la cara, longitud posterior de la cara y altura de la rama.

Concluyeron también que un masétero con gran volumen está asociado con un plano mandibular y oclusal plano a una altura de rama grande. (Lowe y Granhaku, 1989).

No se determina aún el papel jugado por estos músculos con respecto a otras medidas como longitud, altura del maxilar superior y mandíbula y la altura facial, las que pueden estar estrechamente relacionadas con la inclinación y posición de los músculos masticatorios, y quizá el área del masétero sea un hallazgo importante, por lo anterior, los doctores López y Valencia del Instituto de Ciencias de la Salud, CES, de Medellín

realizaron el "Estudio Vectores Musculares del Masétero y Temporal Con Relación A La Estructura Cráneofacial" pretendiendo con éste evaluar la relación de la posición muscular y la morfología cráneofacial y tratar de demostrar que según la dirección de los vectores musculares va a existir una probable variación en la configuración del esqueleto cráneofacial.

En este estudio se utilizó una muestra aleatoria de 83 pacientes del Instituto CES, y se encontró que verdaderamente existe una relación entre posición muscular y morfología cráneofacial.

Los resultados mostraron una diferencia significativa en la medida de altura y longitud mandibular para hombres, comparado con mujeres, hallazgo encontrado por Echeverri y Col (1989), donde al usar puntos de referencia diferentes llegaron a la misma conclusión, creemos que esto se debe a una mayor configuración antropométrica para hombres y para mujeres.

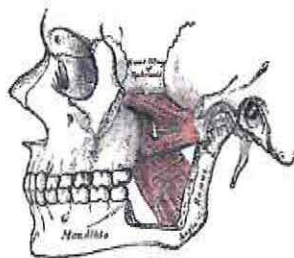
Al comparar la estructura cráneofacial con vectores musculares se observó que al aumentar el área del masétero, aumenta la longitud del maxilar y la mandíbula, presumiblemente porque al tener una estructura ósea grande habrá mayor lugar para la inserción muscular, similar a lo encontrado por Granhaku y Lowe (1989), donde hallaron volumen y no área, pero concluyeron que este músculo puede estar muy relacionado con la altura posterior de la cara y el ángulo gonial.

Al correlacionar el temporal con la longitud y altura de los maxilares se observó que la posición ánteroposterior del vector de este músculo, en relación al plano mandibular, tuvo una relación inversa con la altura inferior, donde al aumentar el ángulo disminuye la altura y viceversa. Sassouni y Forrest (1971) observaron la inserción del temporal anterior en la coronoides y observaron que este músculo es responsable del desarrollo en tamaño y forma de la apófisis coronoides, presumiendo ambos estudios que este músculo influencia de alguna manera el desarrollo cráneofacial. (López J.D., Valencia J.A.)

- **Músculo Pterigoideo Interno:** es un músculo grueso y cuadrilátero, que corresponde prácticamente a la contrapartida medial del masétero. Se

origina en la fosa pterigoídea y en la cara medial del ala externa de la apófisis pterigoides. Sus fibras se extienden hacia abajo, atrás y afuera para insertarse en la porción inferior y posterior de la cara interna de la rama, como en el ángulo mandibular.

- **Músculo Pterigoídeo Externo:** es un músculo grueso, corto y cónico que presenta dos haces: el haz superior o esfenoidal, que es el menor, se origina de la superficie infratemporal horizontal del ala mayor del esfenoides, medial a la cresta infratemporal. Desde aquí sus fibras se dirigen hacia abajo, atrás y afuera para insertarse en la cápsula y porción ánteromedial del disco articular, como también en parte en las fibras profundas del haz inferior; el haz inferior pterigoídeo que es el mayor de los dos haces, se origina en la cara lateral del ala externa de la apófisis pterigoides, para luego converger sus fibras más inferiores hacia arriba, afuera y atrás y las superiores horizontalmente afuera y atrás e insertarse finalmente en la fosita pterigoídea del cuello del cóndilo. (Manns, 1988)

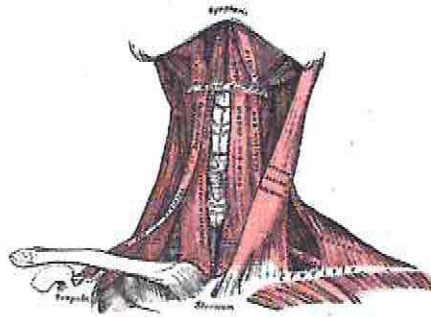


Músculos pterigoídeos interno y externo.

Músculos Flexores o Depresores mandibulares

Son antagonistas con respecto a los extensores; son músculos de contracción fásica, rápida y tienen como función alejar las partes corporales de estímulos nociceptivos. Son flexores los músculos suprahióideos o depresores de la mandíbula.

Este grupo muscular también denominado suprahióideo incluye a los músculos digástrico, milohióideo, genihióideo y estilohióideo, los que se extienden desde la mandíbula y cráneo hasta el hueso hioides. (Manns, 1988)



Músculos suprahióideos

2.3 Crecimiento Facial

2.3.1 Generalidades del Crecimiento Facial y Maxilar

Al nacer, la cavidad craneal es unas 8 veces mayor que el esqueleto facial, mientras que al final del crecimiento sólo lo es 2.5 veces. La cara del lactante está caracterizada por una poderosa calota craneal y por unos ojos grandes, mientras que las zonas nasal y oral tienen una altura mínima y la mandíbula está claramente en retrusión. La discrepancia sagital entre el maxilar superior y la mandíbula se reduce en forma importante en los primeros meses de vida, debido a un brote de crecimiento mandibular. A continuación, se detiene el marcado desplazamiento anterior del componente mandibular respecto al maxilar, que queda retrasado. No obstante esta diferencia de posición se intensifica de nuevo en la pubertad, especialmente en los niños. De esta manera, partiendo de un perfil retroinclinado se alcanza el perfil recto del adulto.



Figura que ilustra el desarrollo de la cara entre el momento del nacimiento y a los 5 años. se constata un claro cambio desde la fase juvenil tardía (9) hasta la pubertad (13). Finalmente, la maduración sigue hasta llegar a la cara adulta (17)

El desarrollo vertical es una condición, por una parte, para el agrandamiento del espacio nasal, y por otra, para la erupción de los dientes y la formación de los procesos alveolares en la cavidad oral, que dependen de dicha erupción,. La cara rota igualmente con la expresión vertical y se sitúa bajo la cavidad craneal, en posición ventral respecto a la base del cráneo.

A consecuencia de ello, la arquitectura de la cabeza se va reduciendo el importante dominio que ostenta el neurocráneo al nacer y las estructuras faciales adquieren prominencia y una altura creciente. Este proceso se acompaña de un desarrollo transversal de los maxilares en la zona de los molares.

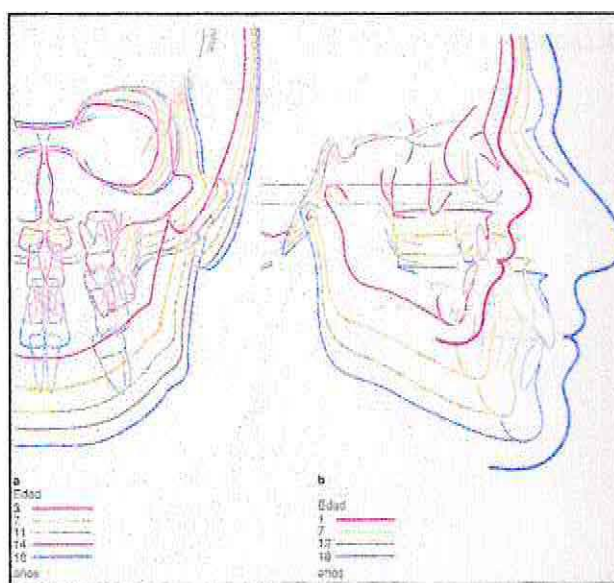


Figura A: El aumento del diámetro transversal, se produce, principalmente, en la zona cigomática; en el maxilar superior y en la mandíbula, gracias a un crecimiento en longitud divergente hacia dorsal. A la altura de los molares, se producen pocos cambios transversales (según Broadbent, 1975).

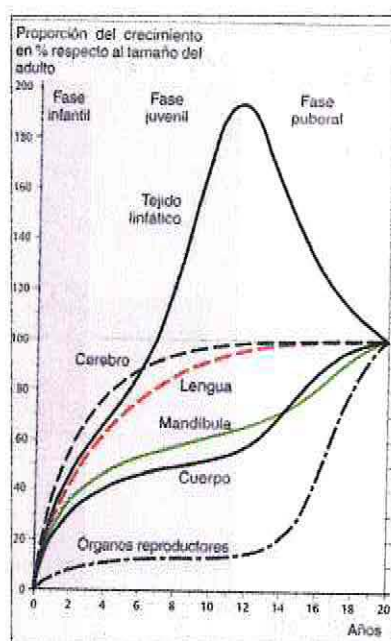
Figura B: Suma de los procesos de crecimiento y desplazamiento sagitales y transversales: las estructuras faciales se mueven hacia delante y hacia abajo, la mandíbula se inclina mucha más que el maxilar superior. El perfil cambia, y pasa de estar inclinado hacia atrás a ser casi recto como consecuencia del marcado desplazamiento anterior de la mandíbula, de su rotación anterior y la prominencia creciente del mentón. No se detecta rotación efectiva de la cara debido a la remodelación compensatoria; sólo el reborde inferior de la mandíbula se hace progresivamente más horizontal. Cambio claro de la pendiente del plano oclusal.

Velocidad de crecimiento.

Evolución diferencial de algunas partes del cuerpo y algunos tejidos en las distintas fases de desarrollo. La curva de la mandíbula sigue, aproximadamente, la de la longitud del cuerpo; y la lengua, la del cerebro (modelo según Scamon, en Stöckli, 1994)

Además, la velocidad de crecimiento no es constante, sino que se producen en fases de actividad intensa o reducida según el grado de madurez.

La curva de crecimiento de la lengua, por ejemplo, sigue la del cerebro, mientras que la de la mandíbula, representativa del crecimiento de las estructuras faciales, coincide con la del crecimiento del cuerpo, siendo lento, pero prolongado en el tiempo. De ello se deduce que la velocidad de crecimiento del cuerpo en relación con la edad de desarrollo biológico también resulta relevante para el curso temporal del crecimiento facial. (Van Waes J.M ; Stöckli P.W 2002)



2.3.2 Crecimiento Mandibular

2.3.2.1 Conceptos Generales

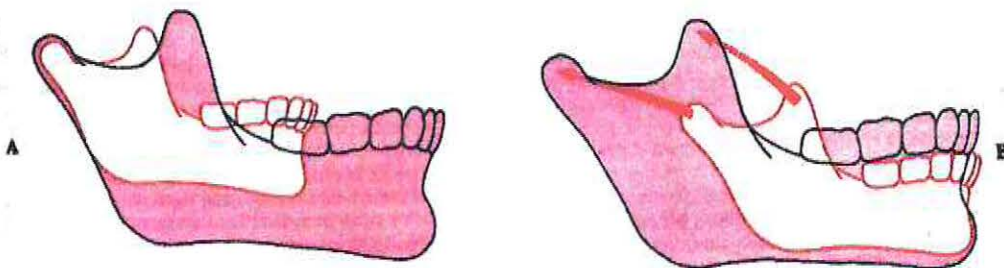
Para Enlow, existen tres procesos esenciales que conducen al crecimiento y al desarrollo de los diversos huesos faciales y craneales:

- Aumento de tamaño.
- Remodelación ósea.

- Desplazamiento de los huesos. (Enlow, 1982.)

En el crecimiento de la mandíbula son importantes la actividad endocondral y la perióstica. El cartílago recubre la superficie del cóndilo mandibular de la ATM. Aunque este cartílago no es como el de las placas epifisarias o sincondrosis, también se producen en él procesos de hiperplasia, hipertrofia y sustitución endocondral. Las restantes zonas de la mandíbula se forman y crecen por aposición superficial directa y remodelación.

El patrón general de crecimiento en la mandíbula se puede representar en dos formas tal como se esquematiza en la siguiente figura:



A Crecimiento de la mandíbula, visto desde la perspectiva de una base craneal estable: el mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante.

B Crecimiento mandibular visto desde la perspectiva de los estudios de tinción vital, que revela la existencia de cambios mínimos en el cuerpo y en la zona del mentón, así como un crecimiento y remodelación excepcionales en la rama mandibular que la desplazan posteriormente. El concepto correcto del crecimiento consiste en que la mandíbula se desplaza hacia abajo y hacia delante y crece hacia arriba y atrás en respuesta a ese desplazamiento, manteniendo su contacto con el cráneo.

Dependiendo de la estructura de referencia, ambas son correctas. Si se toma como referencia el cráneo el mentón se desplaza hacia abajo y hacia adelante. Si se examinan los datos obtenidos en los experimentos de tinción vital se observa que los principales puntos de crecimiento de la mandíbula son la superficie posterior de la rama mandibular y las apófisis condilar y coronoides. Se producen muy pocos cambios en la

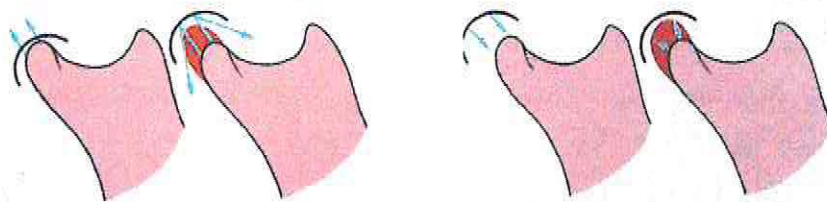
parte anterior de la mandíbula. Con esta referencia la esquematización de la figura B es correcta.

Para una mejor comprensión del crecimiento mandibular nos referiremos a:

- Crecimiento del cóndilo mandibular.
- Crecimiento de la rama mandibular.
- Crecimiento del cuerpo mandibular. (Proffit y cols.1995)

2.3.2.2 Crecimiento condíleo

El cóndilo no determina como se creía anteriormente, el desarrollo de toda la mandíbula. No se trata de un "centro superior" que controla directamente el campo de desarrollo sino que sólo tiene una función local. La importancia de la estructura cartilaginosa del cóndilo obedece a que el contacto articular con la base del cráneo origina una fuerza compresiva y, como se sabe, el cartílago es un tejido que se adapta a la presión.



Desplazamiento de la mandíbula

Se creía anteriormente que el crecimiento del cartílago condíleo era la causa del desplazamiento anterior de la mandíbula.

A la derecha: de acuerdo con los otros modelos de desarrollo el desplazamiento mandibular representa el proceso primario y la consecuencia de la expansión de las partes blandas.

El crecimiento del cóndilo tiene lugar de forma secundaria y adaptativa, con el fin de restablecer la relación posicional de la mandíbula, desplazada hacia delante en la articulación mandibular (según Enlow, 1982).

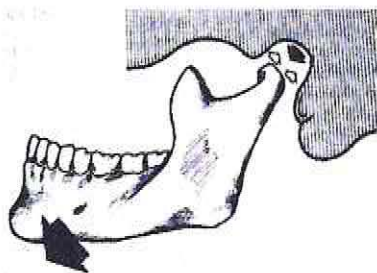
Uno de los aspectos más importantes durante el desarrollo mandibular es el desplazamiento hacia delante y abajo. Anteriormente, se pensaba que la compresión del cóndilo en desarrollo sobre la cavidad articular era la causa del progresivo

desplazamiento de la mandíbula con respecto a la articulación. Sin embargo, se ha demostrado que la mandíbula también alcanza una posición normal, incluso tras la eliminación de ambos cóndilos. Estos experimentos demuestran:

- El cóndilo carece de importancia para el desarrollo de las demás porciones de la mandíbula.
- El desplazamiento de la mandíbula provocado por el desarrollo tiene lugar sin que se produzca contacto entre el cóndilo y la base del cráneo. (Rakosi, 1992).

Sin embargo el cartílago secundario que cubre la cabeza del cóndilo es un centro activo de crecimiento y una superficie articular para la rama mandibular; funcionando como centro de crecimiento hasta los veinte años y es evidente que el cartílago es el tejido óptimo para formar un cóndilo articular de rápido crecimiento, capaz de adaptarse a las exigencias funcionales y de cumplir con la dinámica masticatoria por ser estructuralmente más adaptable a las presiones externas.

El cóndilo crece hacia atrás, arriba y afuera contribuyendo a mantener la integridad del aparato masticatorio soportando músculos y dientes sin perder el contacto articular con la base craneal; puesto que la anchura de la base del cráneo se completa hacia los tres años, el crecimiento lateral del cóndilo cesa pronto, aunque continúa la actividad proliferativa hacia atrás y arriba hasta la edad adulta. Este desarrollo posterior del cóndilo es también un ejemplo de la relación crecimiento- desplazamiento: el crecimiento hacia atrás y arriba sobre la fosa glenoidea provoca un desplazamiento de todo el hueso mandibular hacia delante y abajo.



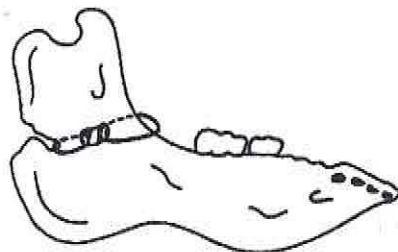
Crecimiento condíleo y desplazamiento de la mandíbula hacia delante y abajo.

El desplazamiento de la mandíbula para seguir unida a la cráneo-facies, lo provee el crecimiento del cóndilo sobre una superficie articular que está de tal manera orientada que propulsa la mandíbula hacia delante y abajo. La mandíbula alcanza así la posición

sagital del maxilar superior, aunque tendrá que compensar el descenso del cuerpo con un crecimiento, de la apófisis alveolar que permita a la dentición conservar la interdigitación oclusal. De la misma forma que el maxilar superior crece hacia delante y abajo, por la disposición de las suturas máxilofaciales, también la mandíbula expresa el crecimiento en la misma dirección por la orientación de la cavidad glenoidea y la concentración de la actividad proliferativa en la cabeza condílea. (Canut, 1992).

2.3.2.3 Crecimiento de la rama

El crecimiento de la rama vertical en su conjunto colabora en el cambio de forma y en el aumento de tamaño mandibular. El tipo de crecimiento de la rama ya fue observado por John Hunter y verificado por Humphrey (1864) en un ingenioso experimento en que implantó pequeños anillos metálicos en el borde anterior y posterior de la rama, en animales de experimentación; observó que con el tiempo los anillos del borde anterior quedaban sueltos, mientras que los situados en el borde posterior aparecían embebidos en el hueso, mostrando así el patrón aposicional-reabsortivo de la rama mandibular.

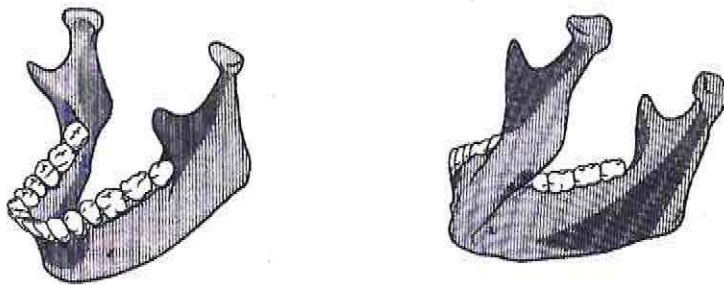


Experimento de Humphrey, sobre un porcino joven, mostrando como se efectúa el crecimiento ánteroposterior de la rama ascendente.

La reabsorción ósea está presente en el borde anterior de la rama para alargar el cuerpo, que no tiene otro mecanismo de crecimiento; es la remodelación del borde anterior lo que condiciona el alargamiento de la base alveolar y el espacio para la erupción de los molares. Para compensar la reabsorción y conservar el ancho de la rama, hay una aposición ósea en el borde posterior que se continúa con el crecimiento condíleo y contribuye a que la mandíbula se desplace hacia delante. Aunque cóndilo y

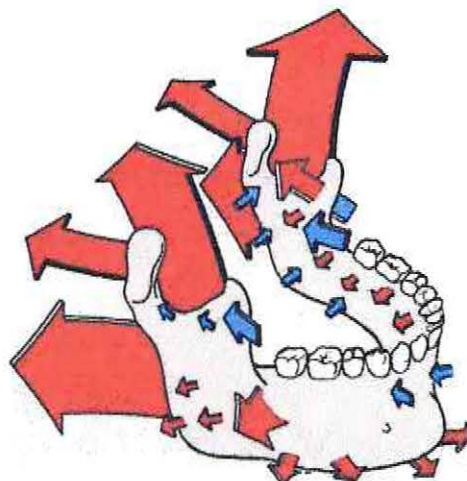
borde posterior son centros independientes de crecimiento a pesar de su proximidad topográfica, constituyen juntos las áreas más activas del crecimiento mandibular en cuanto a la cantidad de hueso formado.

Al mismo tiempo hay zonas que tienen un tipo distinto de remodelación, lo que ilustra la complejidad del desarrollo de la rama. Examinada la cara interna y externa, el crecimiento es de signo contrario.



Zonas aposicionales (zonas claras) y reabsortivas (zonas oscuras), en el crecimiento mandibular. (Enlow, 1975)

A nivel de las apófisis coronoides se observa que en la zona inferior, por debajo de la línea milohioídea, hay aposición ósea de la cara interna y reabsorción en la cara externa. La neoformación ósea sobre la superficie lingual de la apófisis coronoides y la reabsorción de la cara opuesta propician el crecimiento vertical con un desplazamiento curvado hacia fuera. Simultáneamente, la cara vestibular de la base de la rama es aposicional y la lingual reabsortiva, por lo que hay cierto plegamiento a nivel de la línea milohioídea con la parte inferior inclinándose hacia lingual y la superior creciendo hacia vestibular. (Canut, 1992)



Flechas rojas = aposición ósea.

Flechas azules = reabsorción ósea.

Las flechas cuya punta se dirigen en un plano cefálico indican las superficies óseas periósticas no situadas en la línea de crecimiento y, por tanto, de tipo reabsortivo. Las flechas cuya punta se alejan del hueso muestran las superficies periósticas que se encuentran en la línea de crecimiento y, por tanto, tienen actividad de aposición ósea.

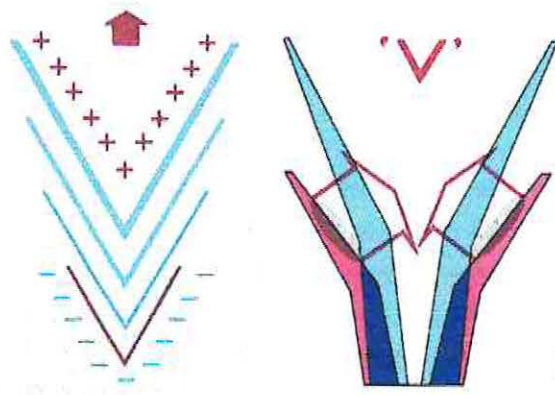
La dirección fundamental de crecimiento de la rama ascendente y del cuerpo mandibular es hacia atrás y arriba. (Según Enlow, 1982)

2.3.2.4 Crecimiento del cuerpo mandibular

Aunque menos activo que la rama, también el cuerpo participa en el remodelamiento total de la mandíbula. A nivel de lo que es zona basal, hay distintas zonas de crecimiento en la zona anterior y en la posterior. La cara vestibular es de carácter aposicional, y la lingual de reabsorción ósea. En la zona anterior del cuerpo, la sínfisis sigue siendo aposicional, tanto en la prominencia anterior como en la posterior; sin embargo, el hueso vestibular que rodea el segmento incisivo es de carácter reabsortivo. (Canut, 1992)

El mentón es una zona de crecimiento casi inactiva se desplaza en sentido anteroinferior ya que el crecimiento se produce realmente en el cóndilo y a lo largo de la superficie posterior de la rama mandibular. (Proffit y cols, 1995.).

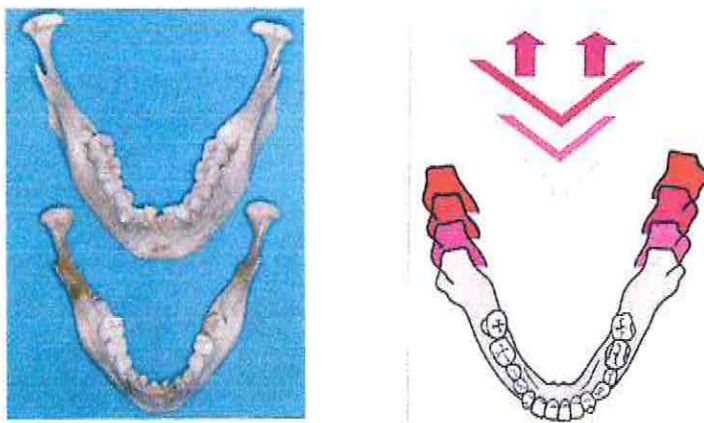
A nivel de la zona alveolar, el hueso crece siguiendo también el principio de la V, por aposición interna y reabsorción externa, con el incremento vertical de la apófisis alveolar y de la dentición. Hay una tendencia del mismo tipo que se observa en el maxilar superior, por lo que la dentición conforme crece verticalmente, tiende a vestibularizarse; el arco dentario se ensancha transversalmente por la erupción dentaria, crea más espacio para los dientes y mantiene el contacto con los dientes antagonistas. (Canut, 1992.)



Principio de la V. Línea de expansión vertical

A la izquierda: de acuerdo con este concepto del desarrollo, en la parte interna de la V se produce la aposición de hueso y en la parte externa su reabsorción. De esta manera, la V se desplazaría siguiendo la línea de su porción abierta (flecha) y aumentaría de tamaño.

A la derecha: corte longitudinal a través de la apófisis coronoides derecha e izquierda de la mandíbula. Esta apófisis aumenta de tamaño durante el desarrollo siguiendo el principio de la V: el hueso se apone en la superficie lingual y se reabsorbe en la cara vestibular contralateral. De esta manera, el hueso crece en altura, mientras que las cúspides de la apófisis coronoides se separan entre sí y la base se aproxima. (Según Enlow, 1963).



Principio de la V. Línea de expansión horizontal

Corte horizontal a través de la base de la apófisis coronoides de la mandíbula.

El hueso se apone por la cara lingual de las estructuras mandibulares, que llega hasta la superficie posterior. De esta forma, las apófisis coronoides se dirigen hacia atrás, a pesar de la aposición ósea en su cara interna, ensanchándose el área posterior de la mandíbula. (Según Enlow, 1982).

A la izquierda: configuración de la mandíbula de un niño de 5 años y en un adulto.

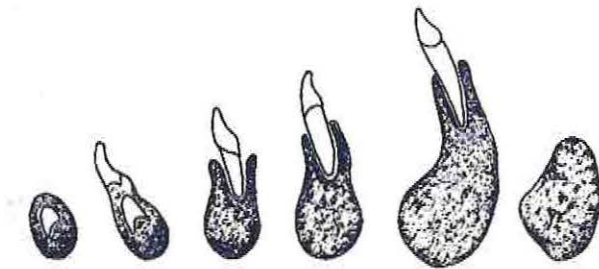
En el crecimiento transversal del cuerpo mandibular la sincondrosis mandibular que relaciona a las hemiarcondias proporciona un desarrollo transversal. Esta sincondrosis se cierra, como ya lo mencionamos en el capítulo de embriología, cercano a los dos años de vida, por lo tanto de aquí en adelante el desarrollo transversal de la mandíbula para dar cabida a los dientes definitivos está a cargo de procesos de aposición y reabsorción (crecimiento endostal – periostal).

El crecimiento sagital del cuerpo está dado por la reabsorción del borde anterior de la rama, la que proporciona espacio para la erupción de los molares. (Enlow, 1982.)

En el cuerpo mandibular las apófisis alveolares son la consecuencia del desarrollo de los gérmenes dentarios.

Este tipo de crecimiento es descrito por Abramovich como el crecimiento frontal o en altura del cuerpo mandibular que es favorecido por el desarrollo de los folículos dentales al promover la aparición de las apófisis alveolares. El proceso alveolar se destruye en su mayor parte al expulsarse los dientes temporales y se vuelve a formar

con el desarrollo de los dientes permanentes, sufriendo una lenta reabsorción en la vida funcional lo que provoca una disminución en su altura. Una reabsorción más energética se cumple cuando se expulsan los dientes permanentes. (Abramovich, 1997.)

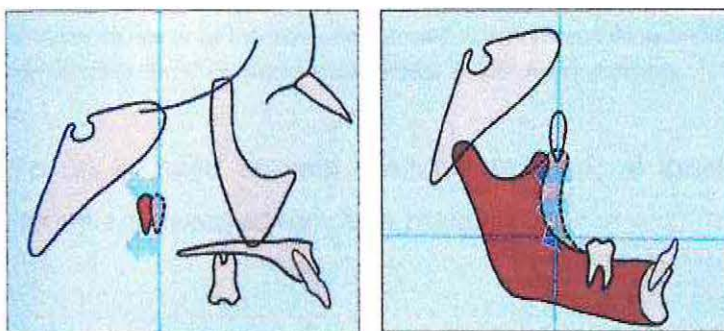


Diferentes etapas en el desarrollo de la porción incisiva inferior (Atkinson). Desde el nacimiento hasta los 7 años, la mayor parte del hueso pertenece a su porción alveolar. En el adulto, la porción basilar adquiere mayor tamaño que la alveolar. En el desdentado se observa sólo la porción basilar y el mentón se hace más prominente.

Para valorar el proceso de crecimiento mandibular, es necesario considerar por separado el cuerpo y la rama mandibular, ya que, según la ley de Hunter-Enlow, cada una de estas estructuras muestran un equivalente de crecimiento distinto.

El arco del maxilar superior representa el equivalente de crecimiento del cuerpo mandibular, es decir, la porción horizontal del cuerpo mandibular se desplaza durante la fase de remodelación en la misma extensión distal que el cuerpo del maxilar superior.

Este crecimiento longitudinal de la mandíbula en dirección a la rama mandibular se produce por la transformación de la cara anterior de la rama ascendente en una prolongación del cuerpo a través de procesos de reabsorción.

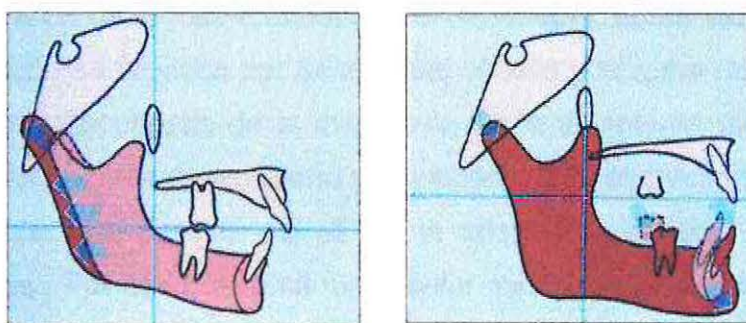


Transformación morfológica (remodelación de la mandíbula)

El cuerpo mandibular se prolonga en el plano posterior por un proceso de remodelación, gracias a la reabsorción de la porción anterior de la rama ascendente.

A la izquierda: la transformación longitudinal del cuerpo mandibular es exactamente igual al crecimiento de tamaño del hueso basal del maxilar superior, que constituye la porción estructural opuesta del cuerpo mandibular. (según Enlow, 1982)

Paralelamente a la remodelación, toda la mandíbula se desplaza en sentido anterior en la misma extensión que el maxilar superior (desplazamiento primario). La porción posterior de la rama mandibular y el cóndilo crecen en sentido posterior y oblicuo hacia atrás y arriba, y se prolongan en dirección vertical, según el desplazamiento anterior de la mandíbula; en otras palabras, la mandíbula no sólo se desplaza hacia delante sino también abajo.

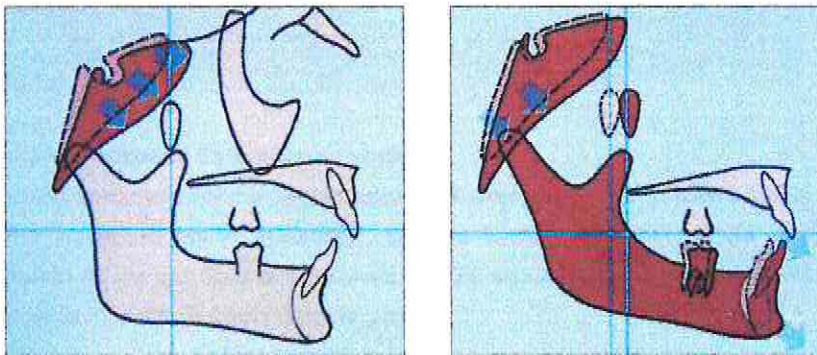


Desplazamiento primario de la mandíbula

A la derecha: paralelamente al crecimiento longitudinal del cuerpo mandibular, se produce un desplazamiento hacia delante de la mandíbula.

A la izquierda: este proceso se estimula por el crecimiento posterior de los cóndilos y de la zona posterior de la rama ascendente. Esta alcanza de nuevo su anchura original, mediante procesos de aposición ósea, ya que el grado de aposición posterior se corresponde con el de reabsorción anterior. (véase figura anterior).

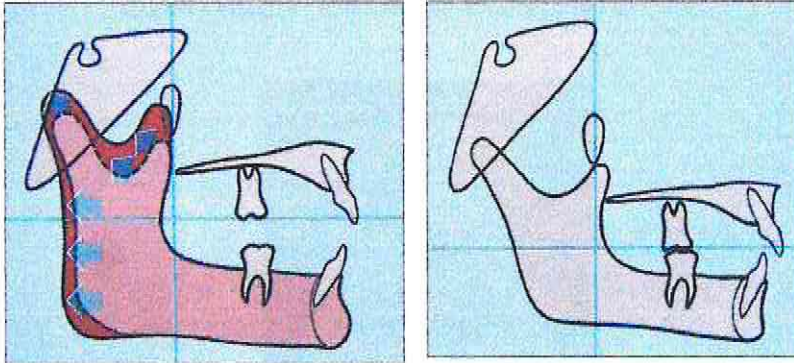
El desarrollo de la base craneal media determina, al igual que en el maxilar superior, un desplazamiento secundario de la mandíbula.



Desplazamiento secundario de la mandíbula

A la izquierda la expansión de la fosa craneal media produce un desplazamiento hacia delante y debajo de la mandíbula. El crecimiento de la fosa craneal media ocurre fundamentalmente por delante del cóndilo maxilar, por lo que el desplazamiento secundario de la mandíbula no es tan intenso como el del maxilar superior. Al final de esta fase se produce una relación posicional entre el maxilar superior y la mandíbula a pesar de que ambas estructuras tienen el mismo desarrollo longitudinal.

La expansión de la fosa craneal media tiene lugar, sobre todo, hacia delante; es decir, la expansión se produce por delante del cóndilo y la rama mandibular. Por tanto, el desplazamiento secundario de la mandíbula hacia delante es menos intenso que el del maxilar superior. Este desequilibrio se compensa por el crecimiento horizontal de la rama ascendente, que permite así el ajuste anatómico correcto entre la arcada de ambos maxilares. Por tanto, la rama mandibular constituye el equivalente estructural de crecimiento de la fosa craneal media.



Crecimiento horizontal de la rama ascendente

La rama ascendente equivalente estructural de crecimiento de la fosa craneal media, se desplaza en sentido posterior hasta un plano horizontal, que se corresponde con el de la fosa craneal media. El crecimiento paralelo de los cóndilos dirigido en un plano superior y posterior, determina al mismo tiempo un desplazamiento de la mandíbula hacia delante y abajo.

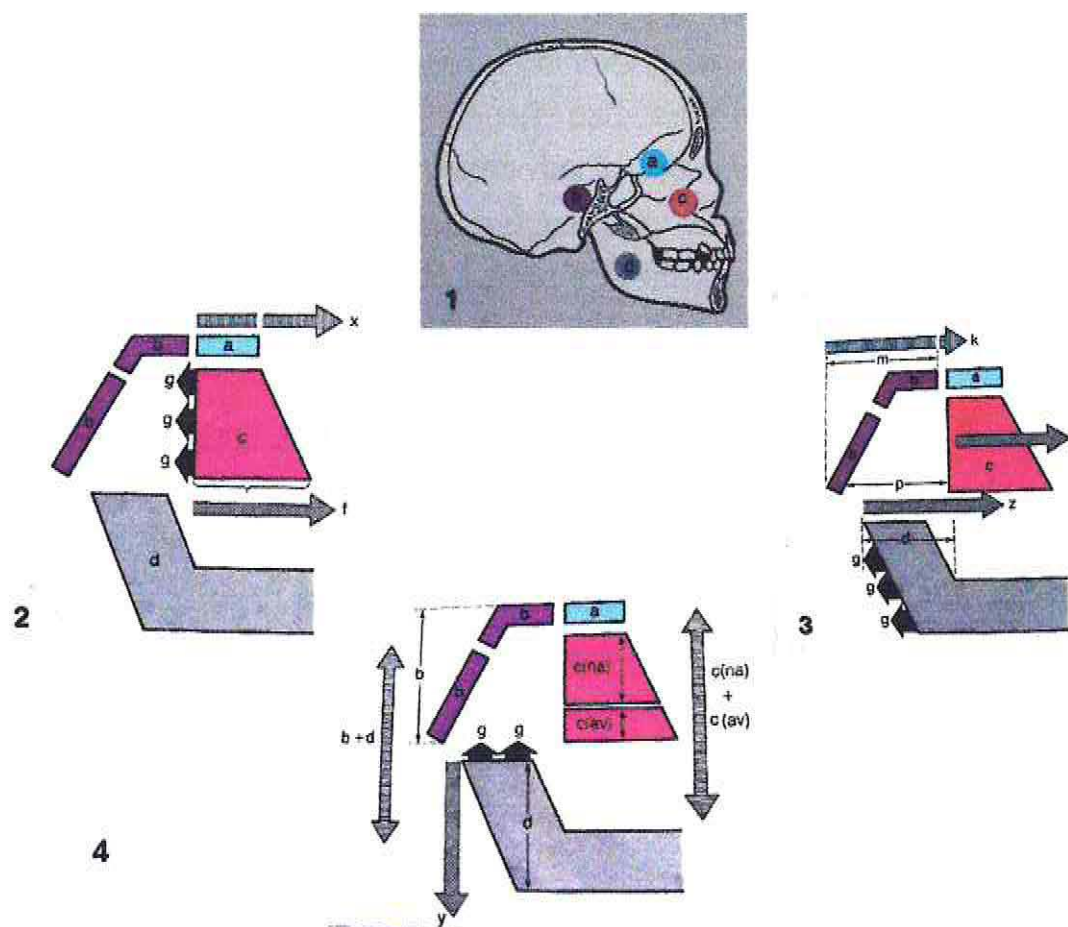
A la derecha: este movimiento equilibra la discrepancia sagital entre la posición del maxilar superior y la mandíbula, y desplaza el plano oclusal en sentido caudal. (Rakosi T., Jonas I.,1992).

2.3.2.5 Equivalentes De Crecimiento

El concepto de equivalente de crecimiento de Hunter-Enlow constituye un principio esencial en el desarrollo del esqueleto facial. Las distintas porciones del esqueleto facial se desarrollan en una dirección diferente, por lo que es necesario establecer una relación directa entre ellas para compensar las distintas actividades de desarrollo. Esta relación se obtiene mediante equivalentes opuestos de crecimiento. Estos equivalentes de crecimiento coordinan los diferentes movimientos producidos por el desarrollo a nivel de la base del cráneo, complejo nasomaxilar y mandíbula, dando lugar a las transformaciones adaptativas de las distintas porciones del cráneo. Así, por ejemplo, el desplazamiento de la fosa craneal anterior se asocia a un aumento de tamaño del complejo nasomaxilar.

Las alteraciones de este principio de crecimiento dan origen a malformaciones craneofaciales. El trastorno se debe a una falta de proporción de estos equivalentes, en un plano vertical u horizontal. (Rakosi T., Jonas I.,1992).

EQUIVALENTES DE CRECIMIENTO



1. La base anterior del cráneo (a) , el complejo esenooccipital (b), el complejo nasomaxilar (c) y la mandíbula (d) forman parte de los elemento estructurales del cráneo.
2. La prolongación de la base anterior del cráneo (x) se asocia a un aumento del tamaño del complejo nasomaxilar, que crece en sentido distal (g), desplazándose al mismo tiempo en sentido anterior (f).
3. El crecimiento del complejo esenooccipital (m,k) representa el equivalente de crecimiento para la nasofaringe (p) y la rama mandibular (d). Esta crece en sentido distal (g), con lo que toda la mandíbula se desplaza hacia delante (z). Este proceso hace que se compense nuevamente la relación sagital entre la arcada mandibular y el complejo nasomaxilar, desplazado hacia delante.
4. Desarrollo vertical del clivus y de la rama mandibular (b y d) constituye el equivalente de crecimiento para el desarrollo vertical del complejo nasomaxilar (c).Este último depende de los procesos de crecimiento nasales (na) y máxiloalveolares (av). La rama crece en sentido posterior y superior (g), con lo que se produce un desplazamiento hacia abajo (y). (Según Graber, 1972). (Rakosi T., Jonas I., 1992).

2.4 Craneometría

Estableceremos algunas relaciones con la Antropología, que fue la ciencia que aportó a la Ortodoncia las bases en el ámbito de las mediciones craneales y de las clasificaciones que de ellas surgen; para tales efectos en el presente estudio, trataremos algunos aspectos y mediciones craneométricas a manera de ejemplo.

Desde el punto de vista mecánico, la cabeza ósea se divide en **cráneo** y **mandíbula**. Sin embargo, exceptuando a la mandíbula, todos los otros huesos de la cabeza están unidos por articulaciones inmóviles (suturas), formando, en la práctica, un solo hueso.

La medición del cráneo, aunque es una de las atribuciones de la antropometría, a menudo es considerada separadamente bajo el nombre de **craneometría**.

La craneometría generalmente es definida como una técnica, o sistema convencional que determina la medición del cráneo de forma sistematizada universalmente, lo que permite una evaluación comparativa entre estudios realizados por diferentes investigadores. La craneometría tiene como finalidad complementar a la inspección visual del cráneo **craneoscopia**, corrigiendo y minimizando la subjetividad de las observaciones personales. En resumen, la craneometría permite el conocimiento de las variabilidades morfológicas de los cráneos humanos, dentro del marco natural de la objetividad científica. (www23.brinkster.com/acacias/crania/cráneos_parte1.htm).

Puntos craneométricos

La medición del cráneo requiere inicialmente el conocimiento de puntos anatómicos que sirven como referencias básicas. Esos puntos llamados puntos craneométricos, están localizados en accidentes anatómicos fácilmente identificables por los diferentes autores o en posiciones geométricas.

Revisaremos algunos puntos craneométricos:

Euryon (eu). Punto más lateral del cráneo. Suele localizarse en los parietales como también en los temporales. Si la anchura máxima yace en la escama del temporal debe evitarse y desplazar el instrumento a la parte superior, sobre los parietales.

También se deben evitar los arcos cigomáticos, las crestas supramastoideas y la región adyacente al porion o meato acústico externo.

Gnathion (gn). Punto más inferior en el borde inferior externo de la sínfisis mandibular, en el plano medio. Con frecuencia cuando la mandíbula posee un mentón ancho y cuadrangular el punto gnathion no es el más inferior sino el más lateral.

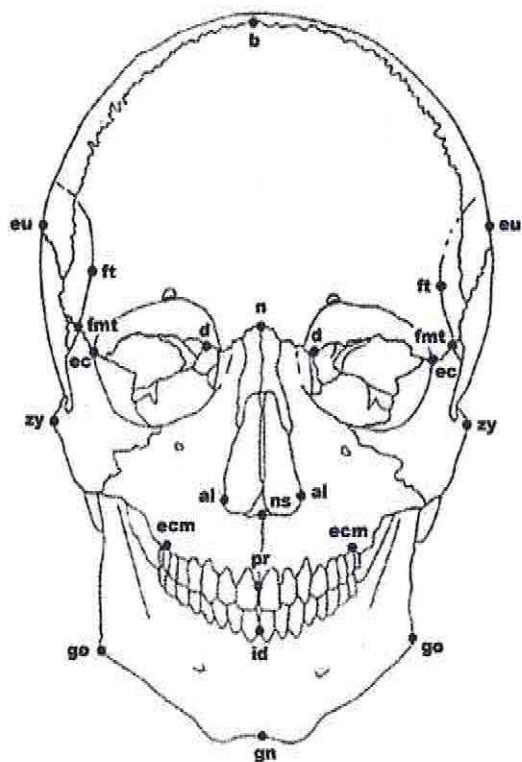
Gonion (go). Punto en la mandíbula donde se encuentran el borde inferior del cuerpo y el posterior de la rama ascendente; es decir, constituye el punto en el ángulo mandibular más inferior, posterior y lateral. Si el ángulo mandibular no es pronunciado, se ubica el hueso con el ángulo hacia arriba, de manera que los bordes posteriores izquierdo y derecho del cuerpo mandibular decline inferiormente en líneas horizontales. El gonion se ubica en la parte más superior de la curvatura. Cuando se mide la anchura bigoniáca se debe seleccionar la posición más lateral de los ángulos.

Nasion (n). Intersección de la sutura frontonasal con el plano medio sagital (se marca con lápiz). No siempre coincide con la intersección de la sutura internasal. Si en el hueso se presentan irregularidades cerca de la línea media se rectifica la curva de la sutura frontonasal mediante una línea trazada a lápiz.

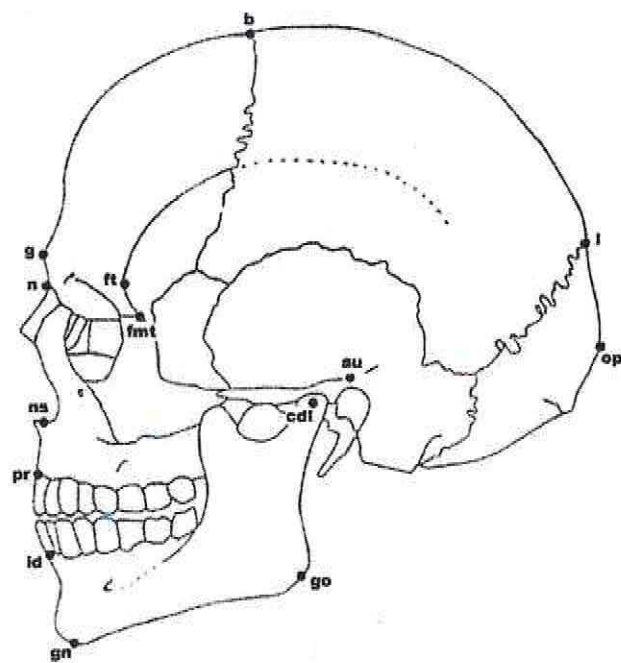
Zygion (zy). Punto más lateral del arco cigomático; casi siempre se localiza en el proceso cigomático.

Glabella (g). El punto más pronunciado en proyección en el plano sagital medio, entre los arcos superciliares, arriba de la raíz nasal, en la posición del plano de Franckfort.

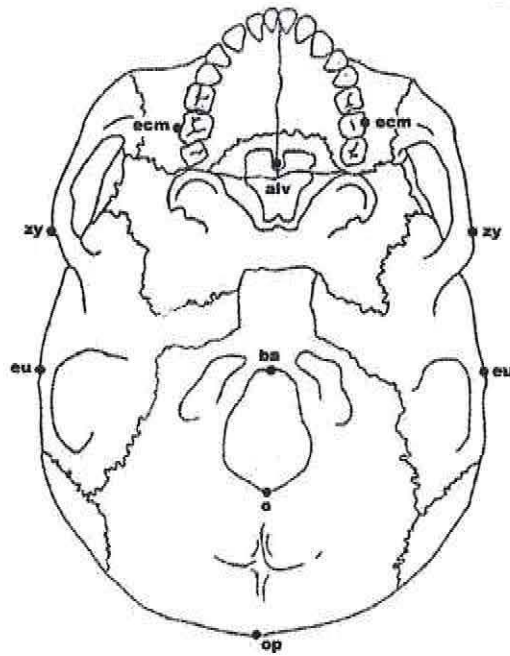
Opistokranion (op). Punto más sobresaliente del occipital en el plano medio; es el más alejado de la glabella.



Puntos craneométricos del cráneo, vista frontal del cráneo. (Moore-Jansen y cols. 1994).



Puntos craneométricos del cráneo, vista lateral del cráneo. (Moore-Jansen y cols. 1994).

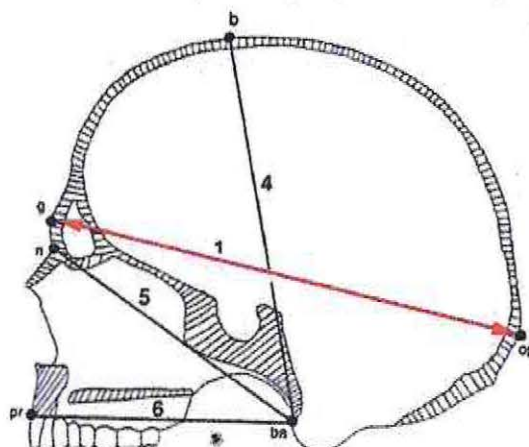


*Puntos craneométricos del cráneo, vista inferior del cráneo
(Moore-Jansen y cols. 1994).*

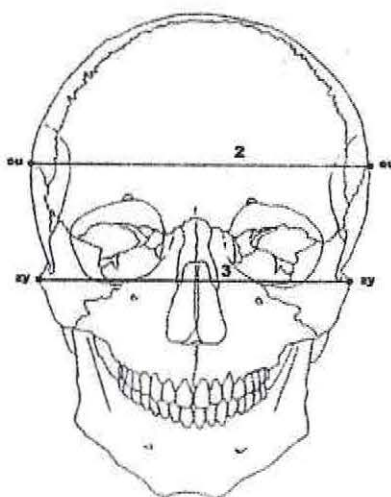
Definiciones de algunas de las medidas craneanas

1. **Longitud Craneal máxima (g-op):** distancia entre la glabella (g) y el opisthocranion (op) en el plano medio sagital, medida en una línea recta.

Medidas craneanas en el plano sagital (Moore-Jansen y cols. 1994).



2. Anchura Craneal máxima (eu-eu): Máxima anchura perpendicular al plano sagital. En caso de coincidir su máximo en las crestas supramastoideas la anchura se determina un poco superior a las mismas. (Figura 5). (www23.brinkster.com/acacias/crania/cráneos_parte2.htm).



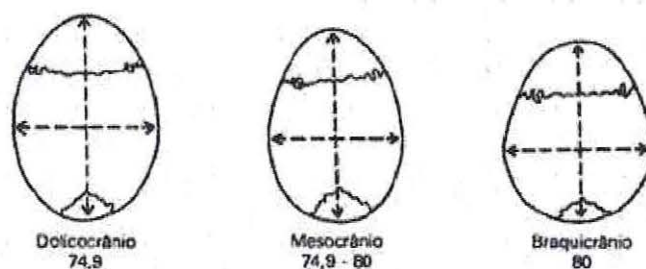
Medidas craneanas, vista frontal (Moore-Jansen y cols. 1994).

Indices Craneanos

Describiremos algunos índices craneanos a manera de ejemplo:

Índice craneal longitudinal u horizontal (long. y anchura): anchura craneal máxima X 100/ longitud craneal máxima.

Un índice craneal longitudinal de 80 mm nos indica que el cráneo es braquicráneo o ancho; una medida entre 75 y 80 nos dice que es mesocráneo o mediano; menor a 75 es considerado doliocráneo o largo. Los doliocráneos son así "relativamente" largos o de cabeza estrecha mientras que los braquicráneos son "relativamente cortos" o de cabeza ancha, los mesocráneos están en una posición intermedia.



| Índice craneal longitudinal en mm | Clasificación |
|-----------------------------------|-------------------|
| hasta 64,9 | Ultradollocráneo |
| 65,0 a 69,9 | Hiperdollocráneo |
| 70,0 a 74,9 | Dollocráneo |
| 75,0 a 79,0 | Mesocráneo |
| 80,0 a 84,9 | Braquicráneo |
| 85,0 a 89,9 | Hiperbraquicráneo |
| 90,0 o más | Ultrabraquicráneo |

Índice facial total (jugal o de Kollman): altura facial total X 100/ anchura facial máxima

Altura facial total (nasion-gnation): distancia entre nasion y gnation. Anchura facial máxima: distancia máxima entre los dos arcos cigomáticos (zy-zy).

El índice facial a menudo es más informativo que el índice craneal horizontal o longitudinal.

Un rostro con un índice facial de 90,0 a 94,9 mm es llamado leptoprosopo o dolicofacial (rostro largo o estrecho, o ambos); uno con una medida entre 85,0 y 89,0 mm es llamado mesoprosopo o mesofacial (moderado en forma facial); entre 80 y 84,9 es considerado euriprosopo o braquifacial (rostro corto o ancho, o ambos). Un individuo que posea un índice facial de 95,0 o más, teniendo por consiguiente un rostro extremadamente largo o estrecho (o ambos) es considerado hiperleptosopo o hiperdolicofacial. (www23.brinkster.com/acacias/crania/cráneos_parte3.htm).

El índice facial total nos permite clasificar los cráneos en:

| | |
|---|-------------|
| Hiperleptosopo o hiperbraquifacial (cara muy ancha) | hasta 79,9 |
| Euriprosopo o braquifacial (cara ancha) | 80,0 a 84,9 |
| Mesoprosopo o mesofacial (cara media) | 85,0 a 89,0 |
| Leptosopo o dolicofacial (cara angosta) | 90,0 a 94,9 |
| Hiperleptosopo o hiperdolicofacial (cara muy angosta) | 95,0 o más |

2.5 Cefalometría Radiológica

2.5.1 Conceptos Generales

La radiografía lateral de cráneo, cuando es utilizada para hacer medidas sean lineales o angulares, se denomina radiografía cefalométrica, y su aplicación mayor es en Ortodoncia y Cirugía Ortognática. (A. De Freitas, 2002)

La cefalometría según Canut tiene como objetivos:

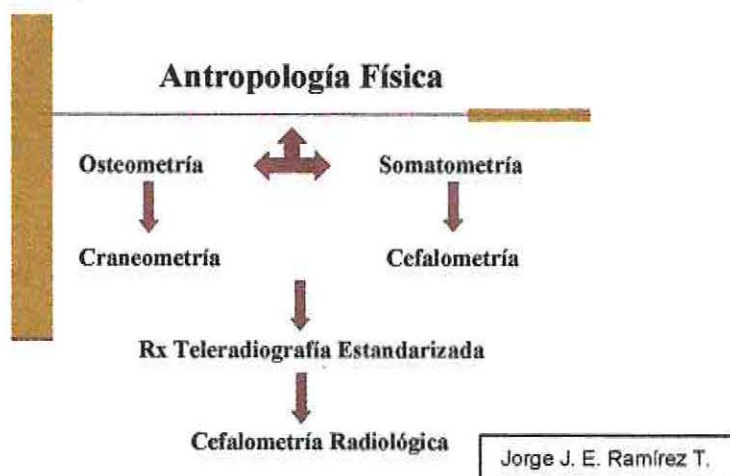
- Valoración del crecimiento.
- Comparación morfológica.
- Análisis morfológico.
- Predicción del resultado.

Ya en el año 1960 Ricketts señaló que “el primer propósito de la cefalometría es la descripción de las características del paciente”.

En un estudio de Nanda y cols. se demuestra que el diagnóstico se beneficia con el cefalograma en la evaluación de pacientes ortodóncicos.

Los planes de tratamiento cambian significativamente con la inclusión del cefalograma. (Nanda y cols, 2001).

Para comprender estos objetivos y valorar las posibilidades de la cefalometría es importante recordar su origen y evolución.



La antropometría como ciencia descriptiva del hombre ha sido definida por Hrdlicka como la ciencia que se ocupa de observar y medir al hombre, su esqueleto y otros órganos, mediante medios fiables y con objetivos científicos. Para realizar las mediciones, se sirve de unos puntos de referencia desde los que se miden distancias, ángulos o proporciones somáticas. La antropometría estudia el patrón morfológico humano, y ha estado siempre interesada en las mediciones craneales, faciales y dentarias.

Desde el punto de vista histórico hay que citar a Camper, quien, al final del siglo XVIII, fue, posiblemente, el primer antropólogo que empleó mediciones angulares para determinar las dimensiones faciales.

Las investigaciones clásicas de Hellman, en el principio de los años 30 constituyen el antecedente más próximo y directo de la cefalometría actual. El fue, el eslabón científico que incorporó los métodos antropométricos a la ortodoncia y que sirvió de base para la iniciación de la craneometría radiográfica especialmente orientada a fines ortodóncicos.

El origen más remoto del sistema antropométrico procede de los arqueólogos que describen, clasifican e identifican restos humanos partiendo de las estructuras que más perduran a través del tiempo: los huesos y los dientes. Para facilitar su comunicación surgió la osteometría ciencia descriptiva que permite cuantificar objetivamente cualquier hueso humano y aplicar el método científico al estudio de los rasgos morfológicos del hombre, y esto tiene importancia ya que de ella deriva la craneometría. También de la antropología física deriva la somatometría que permite realizar mediciones en el ser vivo constituyendo una ciencia de peculiar importancia para analizar los cambios evolutivos del hombre y las diferencias entre razas o zonas geográficas y esto es relevante porque de ella deriva la cefalometría, que engloba el estudio morfológico de todas las estructuras duras y blandas presentes en la cabeza humana. La cefalometría tiene así un interés relevante en toda la estomatología, tanto en lo que fue su origen (la estomatología forense) como en especialidades clínicas tales como cirugía, prótesis y ortodoncia, puesto que todas tienen en común la medida y corrección de las desviaciones morfológicas de las estructuras dentofaciales.

Al aplicar las técnicas radiográficas al análisis de la cabeza humana surge la cefalometría radiográfica, ésta se basa también en puntos o relieves óseos fácilmente reconocibles para medir ángulos o dimensiones lineales del cráneo y de la cara. El hecho diferencial que presta singularidad a la cefalometría radiográfica es su aplicación al estudio en vivo del crecimiento de la cara.

Los datos obtenidos en la medición cefalométrica tendrán que ser oportunamente valorados de acuerdo con la inestabilidad de las propias estructuras biológicas objeto de estudio.

Por lo tanto, hemos considerado en estos breves apuntes históricos que la cefalometría radiográfica es heredera de unas técnicas mensurables que se apoyan en puntos y planos tradicionalmente utilizados en craneometría. Ha sido preciso adoptar estas líneas de referencia con el objetivo específico de la cefalometría radiográfica que es el ser en crecimiento y no el cráneo adulto. Todas estas diferencias matizan las conclusiones que pueden derivarse de la aplicación de unas técnicas antropométricas tradicionalmente aplicadas sobre cráneos adultos al estudio del crecimiento, con todas las inexactitudes que de su uso se pueden derivar. No es posible aquí confiar en puntos o estructuras que son constantes en el adulto, pero que están sujetas a constantes cambios por el crecimiento cráneo-facial. Ninguna estructura en crecimiento es absolutamente estable, y ha sido necesario recurrir a estructuras de referencia que sean las menos afectadas por el crecimiento, las menos inestables o de las que antes cesen en su crecimiento local.

La ortodoncia contemporánea dispone así de una ayuda inestimable para el diagnóstico y la valoración en el tipo de la maloclusión. La cefalometría radiográfica permite estudiar el crecimiento de los huesos del cráneo y de la cara apoyándose en unas medidas antropométricas heredadas, y que ya se aplican antes de la era radiográfica. Debemos tener en cuenta estas consideraciones iniciales como punto de partida de cualquier aproximación crítica al valor y fiabilidad de las técnicas cefalométricas. Sin embargo es importante recordar que no podemos exigirle a la cefalometría una precisión documental que es biológicamente imposible y, en sentido estricto históricamente imposible.

El principal uso de la cefalometría ha sido la clínica ortodóncica como medio de diagnóstico y de evolución del progreso y resultado final del tratamiento; junto a esta faceta clínica, queda el empleo de la cefalometría para estudiar el crecimiento craneofacial donde se está empleando, desde hace setenta años.

Desde el punto de vista clínico, la técnica cefalométrica puede ser usada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo cráneomaxilofacial en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo; la validez de los datos dependerá de la precisión y fidelidad en respetar los principios que regulan cualquier reproducción radiográfica donde la orientación, distorsión y magnificación deben ser disminuídos y controlados para que los resultados sean objetivamente verificables. (Canut, 1991).

Es importante recordar los nombres de algunos investigadores que marcaron historia en la evolución de la cefalometría.

En 1780, Camper describió por primera vez la importancia del ángulo formado por la intersección del plano trazado de la base de la nariz al conducto auditivo externo (Plano de Camper), con el plano tangente al perfil facial. Estos estudios estaban mucho más relacionados con la antropología. En 1884, después de los trabajos de Camper, en el Congreso Internacional de Antropología de Walter Francfort fue propuesto por parte como modelo de orientación, el plano de Francfort que se obtiene mediante una recta que une el borde superior del meato auditivo externo y el borde inferior de la cavidad orbital. Este plano se utiliza en radiología para determinar las más variadas técnicas radiográficas.

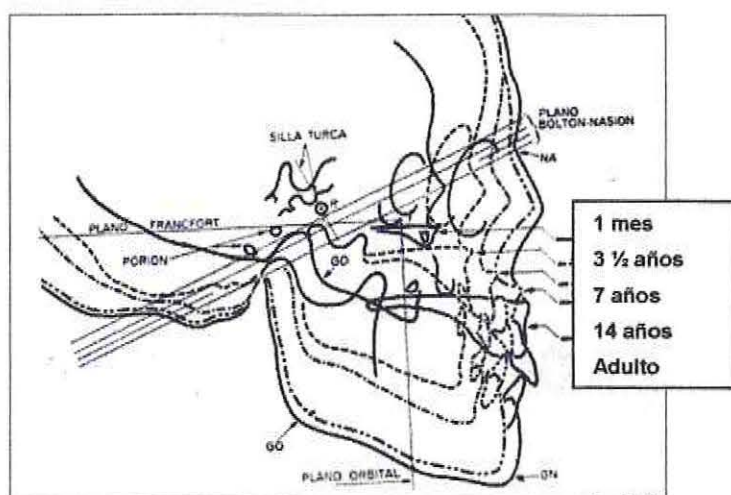
En 1921, Pacini mostró la superioridad de la radiografía antropométrica sobre la anatomía antropométrica en el estudio del crecimiento humano al utilizar puntos craneométricos ya conocidos como: la silla turca, el borde superior del conducto auditivo externo, gonion, pogonion, nasion y la espina nasal anterior.

En 1923, Charles Mc Cavem, por medio de radiografías laterales, destacó la relación entre los perfiles faciales duro y blando y registró las alteraciones que allí sucedían.

En resumen durante mucho tiempo la cefalometría perteneció principalmente a la investigación científica y a la mensuración craneométrica anatómica más que a la ortodoncia clínica.

Es importante recordar que hace aproximadamente 70 años surgieron las primeras publicaciones que clasificaban a la cefalometría como un método de diagnóstico válido para la evaluación de los estándares de normalidad del complejo craneofacial.

En 1931, B. Holly Broadbent, investigando trabajos anteriores, descubrió la importancia de la cefalometría como método auxiliar de diagnóstico en Ortodoncia. Sus trabajos aportaron datos sumamente importantes para el desarrollo de la cefalometría. Sugirió también el método de la superposición de las teleradiografías sobre estructuras básicas que indican las alteraciones durante el tratamiento ortodóncico y estableció el crecimiento normal de las estructuras anatómicas.



Radiografías superpuestas desde 1 mes hasta la edad adulta. Estudios de Broadbent.

La cara crece desde la base del cráneo en dirección oblicua hacia abajo y adelante.

Sus estudios llevaron a la estandarización de las técnicas radiográficas mediante el cefalostato creado por él. Con ese recurso, logró demostrar que determinados puntos, en realidad, considerados fijos se desplazaban con el crecimiento.

Ese mismo año, Broadbent publicó sus investigaciones en "Una nueva técnica de rayos X y su aplicación en Ortodoncia". En esa misma época, Hofrat en Alemania, publicó su trabajo con el título de " La importancia de la teleradiografía en el diagnóstico de las anomalías maxilares".

En 1934, Brodie, fundamentándose en Broadbent, mensuró el desarrollo facial, clasificó el complejo craneofacial en zonas y determinó el plano oclusal. Hofrat, en Alemania, demostró que el análisis de las estructuras óseas faciales era decisivo para el establecimiento de las relaciones máxilofaciales, determinó los fundamentos para la actual cefalometría por medio de planos y ángulos para fundamentar los diagnósticos. Mostró en esas investigaciones el ángulo de los dientes con el plano oclusal y la relación angular de los dientes con las estructuras maxilares. Estableció también la localización de los huesos faciales con la base del cráneo. (A. De Freitas, 2002).

2.5.2 Análisis Cefalométricos

2.5.2.1 Conceptos Generales

El método cefalométrico radiológico es practicado hoy en día por los ortodoncistas clínicos e investigadores universalmente. Se desarrolla a partir del aporte realizado por Broadbent (Cleveland) y Hofrath (Dusseldorf) mediante el uso del denominado CEFALOSTATO, permitiendo así la estandarización. Desde aquel entonces se desarrollan diversos métodos de medición cefalométrica, (basados en las teleradiografías con fines de utilidad clínica), como los cefalogramas de M. Schwarz, Andresen , Korkhaus, Brodie, Tweed, Björk, Wylie, Steiner, Downs, Ricketts etc. Todos ellos han hecho un valioso aporte al diagnóstico clínico y al estudio del comportamiento del crecimiento bajo la influencia ortodóncica y ortopédica máxilofacial. Podríamos agregar que dentro de la originalidad de cada método tienen un factor común: se basan en la craneometría y en el tiempo se han influenciado mutuamente en el desarrollo de sus métodos de mediciones. (Ramírez, 1990).

2.5.2.2 Cefalograma de Björk – Jarabak

Björk es un investigador notable en el campo de la cefalometría: En una serie de trabajos publicados entre los años 1947 y 1963 estudió el comportamiento de las estructuras craneofaciales durante el crecimiento. Sus investigaciones se basan en un estudio de 300 niños de doce años y de un número aproximado de soldados de 21 a 23 años en los que tomó cerca de 90 mediciones.

De este análisis surge su cefalograma que resulta de suma utilidad para determinar las características del crecimiento en sus aspectos cualitativos y cuantitativos, es decir, dirección y potencial.

Además contribuye a una mejor definición de la biotipología facial.

Cuando el ortodoncista analiza clínicamente a un paciente de corta edad que requiere tratamiento ortodóncico, ortopédico o ambos, se ve en la necesidad de conocer con la mayor precisión posible, las características del crecimiento de ese paciente. La predeterminación de éstas, es particularmente útil en los problemas esqueléticos donde el crecimiento puede actuar en forma favorable para la corrección, cooperando de esta manera con la biomecánica del tratamiento o , en caso contrario, agravando aún más la anomalía. Esto último nos permitirá adaptar nuestra mecánica a esa situación y fundamentalmente establecer objetivos acordes con las posibilidades que el caso nos ofrece y enunciar pronósticos más acertados.

Una de las partes principales del análisis de Björk corresponde al polígono, las mediciones de éste permiten estudiar aspectos relacionados con:

- Dirección y magnitud de crecimiento remanente.
- Complemento del estudio del biotipo facial.

El polígono de Björk utiliza como puntos de referencia:

- Na (Nasión): punto en el límite anterior de la sutura frontonasal.
- S (Silla turca): centro geométrico de la silla turca.
- Ar (Articular): punto donde el borde posterior del cuello del cóndilo intersecta el borde inferior del macizo esfenoccipital.
- Go (Gonion): intersección de la tangente al borde posterior de la rama y la tangente al borde inferior del cuerpo mandibular.
- Me (mentoniano): punto más inferior de la sínfisis mandibular.

El Trazado del polígono consta de planos y ángulos, dentro de los ángulos nos referiremos al ángulo goníaco.

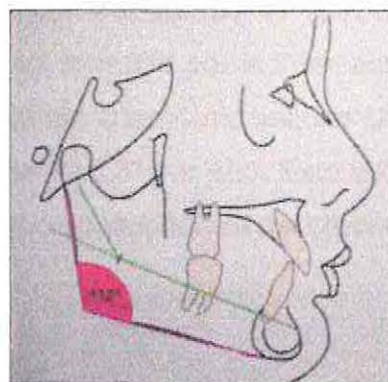
Angulo goníaco:

Está formado por la tangente al borde posterior de la rama ascendente de la mandíbula (Ar – Go) y al borde inferior del cuerpo de la misma (Go – Me).

La norma para este ángulo según Björk es de $130^{\circ} \pm 7^{\circ}$.

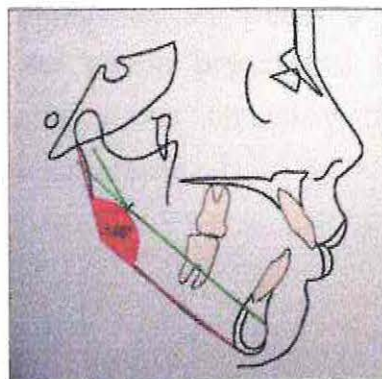
El ángulo goníaco total describe la morfología mandibular. Esta estructura puede ser considerada como el centro alrededor del cual el resto de la cara realiza un crecimiento adaptativo; además, es el determinante de la dirección de crecimiento de la parte inferior de ésta.

Cuando este ángulo es menor que la norma estamos en presencia de una mandíbula cuadrada, escotadura antegonial poco marcada, con arco mandibular de valor alto, que se corresponde en general a biotipos braquifaciales y perfiles ortognáticos.



Angulo goníaco cerrado. Perfil ortognático. Patrón braquifacial.

Medidas mayores que la norma, indican una mandíbula dólicofacial, con un arco mandibular pequeño y una marcada escotadura antegonial, perfil convexo y eje facial abierto. (Gregoret, 1997).

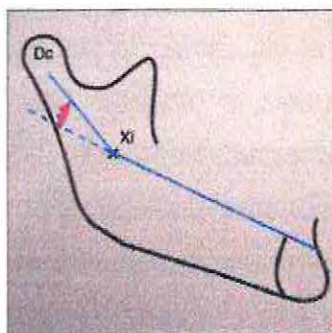


Angulo goníaco abierto. Perfil retrognático. Patrón dólicofacial.

2.5.2.3 Cefalograma de Ricketts

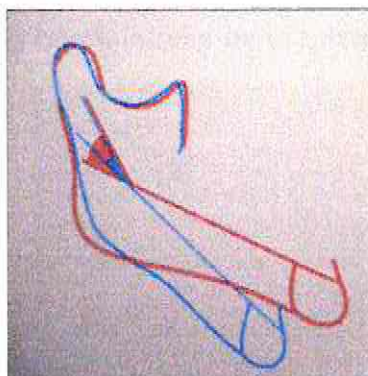
Este análisis ha experimentado una serie de modificaciones y en la actualidad se considera como una evaluación detallada de la morfología dentaria y cráneo-facial. (Enlow, 1992).

En este cefalograma la morfología mandibular es descrita en el factor N° 31 del cefalograma completo y se denomina arco mandibular, que se incorpora al cefalograma resumido. Es el único factor del campo VI (estructural interno) que se incorpora al cefalograma resumido. Está formado por la intersección del eje condilar (Dc - Xi) con la prolongación distal del eje del cuerpo mandibular (Xi - Pm). La norma es de $26^{\circ} \pm 4^{\circ}$ a los 8 años 6 meses, aumenta $0,5^{\circ}$ por año. Esto debe atribuirse a un leve cambio de la morfología mandibular como consecuencia del crecimiento arquial.



Arco mandibular

Describe la forma de la mandíbula. Un ángulo grande indica una mandíbula fuerte y cuadrada, característica del patrón braquifacial. Un ángulo menor representa una mandíbula con rama corta, forma obtusa y un patrón de crecimiento vertical, característica de un patrón dólcofacial .

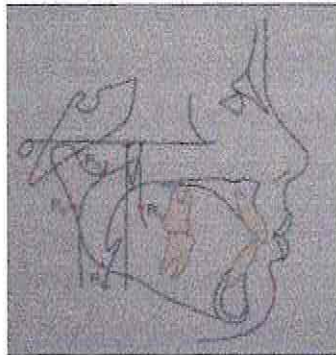


Arco mandibular aumentado en una mandíbula braquifacial, y disminuido en una dólcofacial.

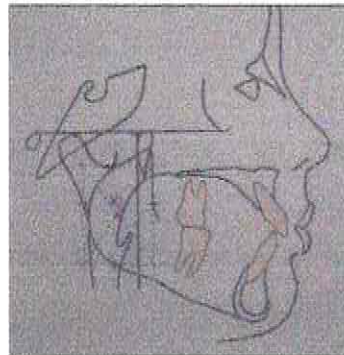
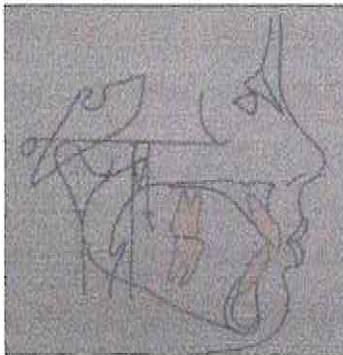
La definición de los puntos que conforman el arco mandibular son las siguientes:

- Dc: punto cefalométrico que representa el centro del cóndilo sobre el plano Ba – Na.
- Pm (protuberancia menti o suprapogonion): punto donde la curvatura del borde anterior de la sínfisis pasa de cóncavo a convexo.
- Xi: Es el punto localizado en el centro de la rama ascendente mandibular. Se ubica geométricamente con respecto al plano de Frankfort (Fr) y la PTV (línea perpendicular al plano de Frankfort tangente al borde posterior de la fisura pterigomaxilar) de acuerdo al siguiente procedimiento:
 - Se trazan planos perpendiculares a Fr y PTV; que forman un rectángulo.
 - Estos planos deben ser tangentes a los puntos R1, R2, R3, y R4 que están ubicados en los bordes anterior, posterior, superior e inferior de la rama.
 - Punto R1: Es el punto más profundo del borde anterior de la rama.

- Punto R2: Es la proyección horizontal (paralela a Fr) del punto R1 sobre el borde posterior de la rama.
- Punto R3: Localizado en la porción más inferior de la escotadura sigmoídea.
- Punto R4: Es la proyección vertical (perpendicular a Fr) del punto R3 sobre el borde inferior de la rama.



- Se trazan las diagonales del paralelogramo formado.



- En la intersección de estas diagonales se ubica el punto Xi.

El arco mandibular forma parte de las cinco medidas utilizadas en la obtención del VERT, que permite la determinación del biotipo facial a través de un coeficiente de variación. (Gregoret, 1997).

2.5.2.4 Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore

Aspectos generales de cefalometría según el Prof. Dr. Jorge J. E. Ramírez T.

El camino del Dr. Jorge Ramírez Tornatore comienza el año 1963 cuando ingresó en calidad de ayudante Ad-Honorem de la Cátedra de Ortodoncia de la Universidad de Valparaíso, de la que fuera Profesor Titular Augusto Ramírez Urzúa.

Una de las materias apasionantes para el Dr. Jorge Ramírez fue la cefalometría, un método complementario de diagnóstico que conoció en el año 1967.

Uno de los artículos que marcó su línea de investigación apareció en una revista de estomatología francesa en que una de las frases destacaba:

“ Todo ortodoncista sueña todas las noches con haber encontrado nuevas marcas o un nuevo método cefalométrico”.

Gracias a una beca de intercambio obtenida por concurso del Servicio de Intercambio Académico de Alemania Federal realizó estudios de Post-Título en la Universidad de Bonn. Allí trabajó junto al Profesor Dr. G. P. F. Schmuth, predecesor del famoso Dr. Korkhaus en el departamento de Ortopedia Dentomaxilar.

Nos parece fundamental mencionar la definición realizada por el Dr. Jorge J. E. Ramírez T. de **CEFALOMETRIA RADIOLOGICA**:

“ Es la forma de reducir a términos matemáticos, un modelo biológico tridimensional. Un modelo biológico donde la variabilidad es la regla. Un modelo tridimensional, donde las complejas estructuras óseas cráneo-faciales, incluyendo arcadas dentarias, deben ser comprimidas a un modelo bidimensional, en el método teleradiográfico estandarizado utilizado en nuestra práctica clínica diaria”.

No debemos olvidar que la cefalometría radiológica es heredada de la antropometría física. Esta última a través de la craneometría nos ha permitido, en base a diversas definiciones precisas de marcas craneométricas hacer mediciones de gran exactitud utilizando instrumentos adecuados. (Ramírez J.J.E., 1990).

Como la cefalometría se ha desarrollado en forma masiva se han realizado una serie de investigaciones en el tiempo en la que se ha podido comprobar dificultades que presenta la técnica, que han sido estudiadas por muchos autores (Graber, Krogman, Sassouni, Schmuth, Freifel y otros), a través de diversas publicaciones. Estudios

realizados en la Universidad de Valparaíso han podido comprobar también dichas dificultades las que se podrían enumerar de la siguiente forma:

1. Problemas inherentes a la técnica radiológica:

- Posición del paciente.
- Magnificación.
- Distorsión.

2. Problemas inherentes a la técnica cefalométrica:

- Falta de claridad de las definiciones de marcas cefalométricas.
- Areas anatómicas de referencias confusas y variables.
- Complejidad de las mediciones.
- Las mediciones propuestas en muchos casos no interpretan los cambios reales ocurridos en las áreas de estudio.
- Exceso de información de real utilidad para el clínico.

Si bien es cierto que todos los problemas enunciados han sido reconocidos desde hace mucho tiempo, la tendencia ha sido a sofisticar los métodos y no a simplificarlos.

Este hecho, lleva a hacer observaciones que muchas veces no son concordantes con la realidad. Falta una actitud crítica a lo que estamos realizando.

Las observaciones realizadas por John Hunter hace ya más de 200 años referentes al crecimiento mandibular y hechas en mandíbulas secas, se mantienen vigentes hasta el día de hoy.

También ha sucedido lo mismo con el patrón de crecimiento facial entregado por Broadbent. Sabemos lo que sucede. Se aventuran una serie de teorías aceptadas hoy, pero aún no sabemos cómo ocurren los cambios durante el crecimiento y desarrollo. (Ramírez J.J.E., 1990).

Debemos preguntarnos, tal vez, si es necesario buscar otra forma de trabajo. En otras palabras, utilizar otro instrumento de medición, cuyas características el Dr. J.J.E. Ramírez ha propuesto, y que a continuación se describen:

Diez requisitos ideales para el método cefalométrico según J.J.E. Ramírez:

- Simplicidad en el trazado y práctico.

- Precisión. Basado en áreas anatómicas confiables (Plano medio sagital).
- Reducción de mediciones.
- Rapidez de ejecución.
- Optima información al clínico.
- Que mida realmente el problema en estudio.
- Rapidez de interpretación.
- Complementariedad diagnóstica.
- Orientación terapéutica.
- Fácil comparación.

Según estos requisitos el Prof. Dr. Jorge J.E. Ramírez crea un cefalograma clínico en el que propone un método fácil y sencillo para determinar medidas lineales mandibulares. Esta propuesta surge ya que a su juicio cefalogramas ampliamente utilizados como el de Steiner presenta una forma de mensurar los cambios ocurridos en la mandíbula, refiriéndola con tangentes que desde el plano Nasium-Sella, y que bajan perpendicularmente al Pogonion y, al cóndilo, nos lleva a una interpretación equívoca, cuando el crecimiento de la base del cráneo es muy oblicuo hacia arriba, o bien lo contrario, cuando la base mandibular tiene un crecimiento muy vertical. En ambos casos los valores expresados no corresponden a una realidad. Por lo tanto los resultados terapéuticos demostrados, o los cambios de crecimiento no serán tales.

Del mismo modo, en relación al Cefalograma de Ricketts, lo considera con exceso de información, además para su construcción se basa en la fosa pterigomaxilar, área anatómica de mucha variabilidad por ser bilateral y de morfología caprichosa, hecho que nos enfrenta a un análisis dificultoso. (Ramírez J.J.E.,1976, 1977, 1980, 1990).

Investigaciones tales como, " Comparación de cefalometría manual y computacional" una de las principales dificultades encontradas por el operador fue la identificación de algunos puntos cefalométricos. El sistema de Ricketts utiliza algunos puntos bastantes subjetivos, como el punto suprapogonion (Pm) y el centroide mandibular (Xi). Esto se puede corroborar en que las mayores diferencias se

encontraron en los parámetros que utilizan dichos puntos cefalométricos. (Morán R., Avilés E., 2002).

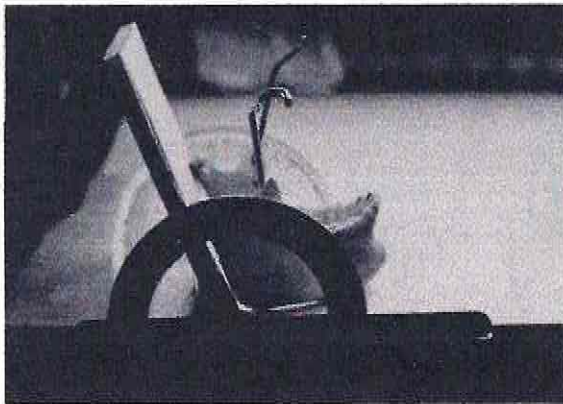
Ricketts mide la mandíbula mediante un método sofisticado, olvidando que la mandíbula es una unidad anatómica definida y de forma caprichosa, y que debe ser medida morfológicamente. Utiliza un Eje del Cuerpo, trazo que va desde el punto XI al punto suprapogonion (P.M.). El primer punto es de alta imprecisión por ser determinado geoméricamente en la rama mandibular. La dificultad de la ubicación del punto XI reside en áreas anatómicas de referencia, como son el borde anterior de la rama, habitualmente desdoblado y tenue, como la escotadura sigmoídea y la escotadura antegoníaca. Por su compleja determinación geométrica, es de escasa utilidad para la práctica clínica. El trazo XI a PM representaría el largo mandibular (cuerpo) cuya norma es de 65 mm \pm 2.7 mm. Al parecer del Dr. Jorge J. E. Ramírez no se estaría midiendo la real dimensión y tampoco lo haríamos con precisión mediante las marcas utilizadas. Ambos puntos cefalométricos de referencia utilizados, son de alta variabilidad en cuanto a la opinión del Dr. J.J.E. Ramírez.

Entonces hace recapacitar en relación a la pregunta ¿porqué complicar la medición sagital mandibular cuando para ello bastaría con mediciones más directas y en áreas más representativas, para obtener valores de mensuración cercanas a la realidad y no valores de escasa representatividad. "Se ha perdido la referencia que para ello nos hace la osteometría clásica" (Ramírez, J.J.E..1990).

Medidas lineales mandibulares, un aporte a la cefalometría radiológica.

Dentro de los aportes realizados por el Dr. J.J.E. Ramírez Tornatore debemos destacar su Método Cefalométrico Radiológico, en el que es de interés describir la evaluación cefalométrica mandibular, planteando:

- Para establecer una real medición de la morfología mandibular en sentido sagital, ha propuesto un método basado en su experiencia en osteometría mandibular mediante el desarrollo de un mandibulómetro (Hambruch), el que modificara en la Universidad de Bonn en el año 1975.



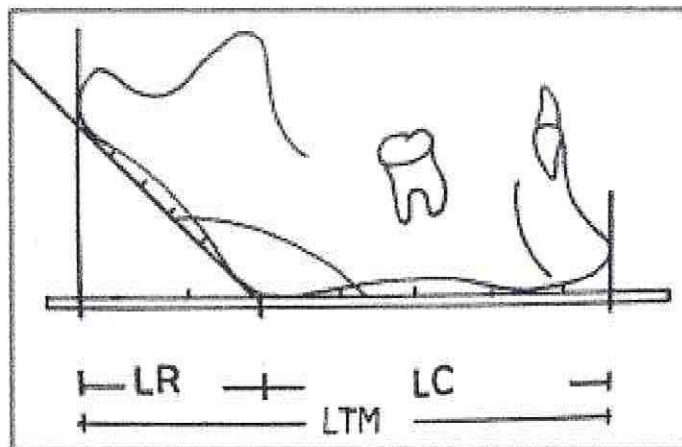
J.J.E. Ramírez
Bonn 1974 - 1975

A partir de esta idea es posible hacer una evaluación de la mandíbula basada en los siguientes puntos geométricos claramente definibles:

- Punto "C" o Condilar se localiza por una tangente al borde condilar posterior, que corta perpendicularmente al plano mandibular.
- Punto "Go" o Gonion: se ubica en la intersección del plano mandibular con el trazo tangente al borde posterior de la rama mandibular.
- Punto "Pog" o Pogonion: punto más anterior de la sínfisis en el plano medio sagital; y al trazar una tangente a éste corta perpendicularmente al plano mandibular.

A partir de estos puntos se proponen tres trazos para determinar "Longitud Mandibular":

- Trazo "LR": trazo que va desde el punto "C" al punto "Go" geométricos. Representa las variaciones del crecimiento de la rama y dirección condilar en sentido sagital. La norma es de 28 mm. \pm 5 mm.
- Trazo "LC": trazo que va desde el punto "Go" al "Pog" geométricos. Representa las variaciones de crecimiento del cuerpo mandibular en sentido sagital. La norma es de 81 mm. \pm 5mm.
- Trazo "LTM": trazo que va desde el punto "C" al "Pog". Representa el crecimiento sagital mandibular total. La norma es de 108.5 mm \pm 6mm.



El trazo "L.R." nos permite medir la longitud de la rama y evaluar, los cambios experimentados en ella, el trazo "LC", nos permite medir la longitud del cuerpo. Por último, la suma de ambos o trazo "LTM" , nos entrega la información de la Longitud Total Mandibular. Su utilización es de alto valor diagnóstico etiológico y terapéutico. A diferencia de los métodos propuestos por Ricketts y Steiner, su análisis nos permite evaluar con precisión y en forma real, dónde se produjeron los cambios, en que magnitud y en cuál de sus partes, por seguimiento longitudinal. Por lo tanto su información es de gran utilidad diagnóstica, terapéutica y de evaluación de resultados en Ortopedia Dentomaxilar. (Ramírez, J.J.E., 1990, 1993).

2.6 Biotipo facial

2.6.1 Aspectos generales

Establecer correctamente el biotipo facial es de suma importancia porque junto a los datos de edad y sexo, identifica al paciente, sugiere un esquema básico de conductas mecánicas a seguir y nos alerta sobre la utilización de procedimientos que resultarán deletéreos para ese patrón. En resumen, nos señala una dirección inicial para la planificación. Se cree que en el pasado, el desconocimiento de la biotipología era probablemente la mayor fuente de errores en la planificación del tratamiento ortodóncico.

Existen tres patrones faciales:

- Dólicofacial (dirección de crecimiento vertical)
- Mesofacial (crecimiento normal)
- Braquifacial (crecimiento horizontal).

Es necesario identificarlos correctamente para planificar el tratamiento de los problemas existentes y hacer el pronóstico de los resultados.

Si bien las diferentes anomalías pueden asentar en un mismo biotipo facial, ciertas maloclusiones están asociadas con biotipos específicos, o se pueden presentar con mayor frecuencia en un determinado patrón facial.

Lo importante es tener en cuenta que la respuesta a la biomecánica de tratamiento está indisolublemente ligada a la biotipología del paciente. (Gregoret, 1997).

2.6.2 Patrones Faciales

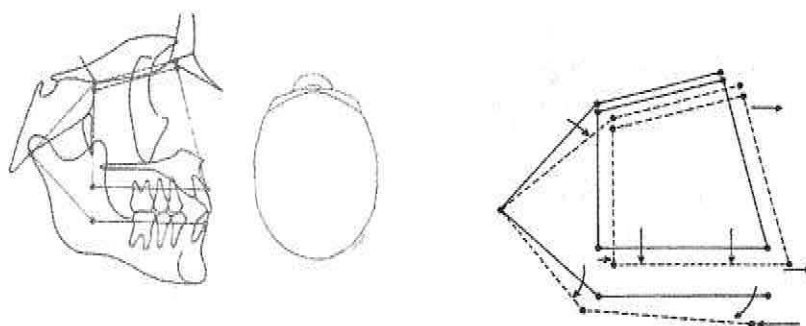
2.6.2.1 Patrón dólicofacial.

- Presenta una cara estrecha, larga y protrusiva, llamado tipo facial leptoprosópico.
- La lámina ósea externa de la frente contigua es bastante inclinada, por lo que la glabella y los arcos superciliares tienden a ser mucho más

prominentes, por lo tanto los ojos parecen ubicarse a mayor profundidad.

- Los pómulos son poco prominentes.
- Nariz alargada en sentido vertical y muy protrusiva, su puente y raíz se ubican en un nivel elevado, por lo tanto el perfil nasal tiende a seguir la misma inclinación de la frente. Como la parte superior de la nariz es muy protrusiva, en ocasiones se flexiona para producir un tipo aguileño, de contorno nasal convexo, que su extremo con frecuencia es puntiagudo inclinándose hacia abajo. El grado de flexión y giro descendente aumenta conforme se incrementa la altura nasal. Existe una tercera configuración nasal. La nariz se presenta en su parte externa media protrusiva en relación con una porción superior que lo es en un grado mucho menor. Este grupo de nariz presenta una forma agraciada, encorvada hacia abajo, con forma de S.
- Vista desde arriba y en sentido lateral, la cara dolicocefala es angulada. Dando un aspecto más protrusivo en comparación a los otros biotipos faciales. Esta naturaleza más alargada en sentido vertical de la porción facial media y forma obtusa del ángulo basicraneal se relaciona con una alineación rotacional ascendente y descendente de la mandíbula. Esto hace que la mandíbula y el labio inferior se ubiquen en dirección retrusiva y el perfil facial sea retrógnata (convexo). Con ello la postura cefálica tiende a ser más inclinada (menos erecta).
- En personas con cabeza dolicomórfica, el cerebro es largo en sentido horizontal y un tanto estrecho. Esto determina una base craneal plana, es decir, la angulación entre el piso craneal medio y el anterior es más abierta, y más larga en dirección horizontal. Estos elementos tienen diversas consecuencias básicas para el patrón facial. Primero, todo el complejo nasomaxilar se ubica en posición más protrusiva que la mandíbula por una rotación basicraneal hacia adelante y, también, los

segmentos medio y anterior del piso craneal son horizontalmente más largos. Segundo, todo el complejo nasomaxilar desciende en relación con el cóndilo mandibular. Esto produce una rotación descendente y posterior de toda la mandíbula. Tercero, el plano oclusal rota hacia una alineación inclinada de modo descendente. La ubicación anterior bidireccional del maxilar y la colocación hacia atrás del cuerpo mandibular generan una tendencia hacia la retrusión mandibular y labial, la ubicación de los molares produce también hacia una posición de clase II. El perfil tiende a ser retrógnata; no obstante, ocurren cambios compensatorios. Debido al ángulo más abierto en la base del cráneo y la trayectoria resultante de la médula espinal hacia la región cervical, este tipo facial se vincula con una mayor tendencia hacia una postura algo encorvada y la inclinación anterior de la cabeza y el cuello.



- La rama mandibular por lo general es larga y angosta transversalmente, el cuerpo mandibular presenta una escotadura sigmoidea marcada, el ángulo goníaco es obtuso, ángulo del plano mandibular muy inclinado y arco mandibular de valor bajo, existe tendencia a la mordida abierta

anterior, debido al crecimiento rotacional posterior de la mandíbula. Poseen musculatura débil. (Enlow, 1992).

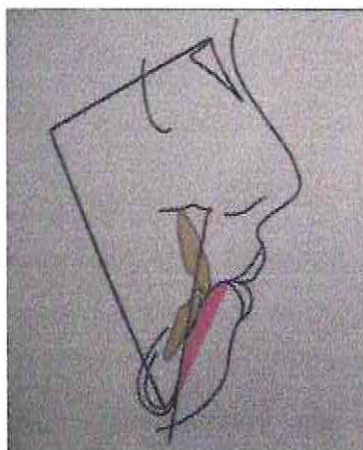
- Al examen intraoral se puede observar arcadas dentarias estrechas, dientes apiñados, protrusión dentaria, paladar profundo, habitualmente el maxilar superior se encuentra muy afectado pudiendo mostrar mordida cruzada uni o bilateral, ocasionando desviaciones funcionales. (Ramírez, 2001).



Patrón dólicofacial, cara estrecha, larga y protrusiva, tendencia al crecimiento rotacional posterior, arcadas dentarias estrechas, presencia de apiñamiento dentario.

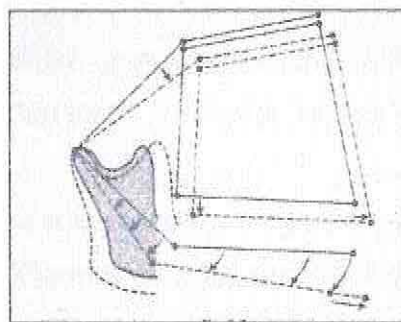
- La fosa craneal anterior es estrecha y alargada, lo que hace que el arco superior y el paladar sean, de modo correspondiente, más largos y angostos
- El perfil de la sínfisis se caracteriza por ser alargado, con un pogonion muy poco prominente.
- El reborde suele ser muy alto y las tablas vestibular y lingual muy delgadas.

- La dirección del orbicular de los labios, que de su inserción en la sínfisis asciende hasta el labio inferior es en estos casos sumamente vertical.
- Esta verticalidad de las fibras, no sólo se debe a las características anatómicas de la sínfisis sino también al aumento de la altura del tercio inferior de la cara, que obliga a los labios a una tensión exagerada para lograr el cierre labial. Si nuestro tratamiento llevara los incisivos a posiciones muy adelantadas, quedarían sometidos a una presión constante en sentido anteroposterior y por supuesto, la recidiva sería inevitable. Los labios generalmente están tensos debido al exceso de altura facial inferior y a la protrusión de los dientes anterosuperiores. La configuración estrecha de las cavidades nasales hace propensos a estos pacientes a problemas nasorespiratorios.
- En los dólicos, la tendencia vertical del crecimiento del mentón, impide un balance de la sínfisis y con ello, un mejoramiento espontáneo de la convexidad.



- El pronóstico generalmente es desfavorable porque las características mencionadas pueden causar dificultades durante el tratamiento. (Gregoret, 1997).
- Cuando la mandíbula se ubica en posición retrusiva, por su rotación descendente y hacia atrás, como consecuencia de la angulación más abierta de la base craneal, pueden producirse fenómenos de

compensación, en donde la rama mandibular incrementa su dimensión horizontal . Esto ubica a todo el arco inferior en dirección anterior hacia una postura conveniente por debajo del maxilar, y a los dientes en relación molar de clase I. Por lo tanto se elimina parcial o totalmente la retrusión mandibular que se presentaría de otra manera; el resultado es un perfil donde el mentón se ubica sobre , o a medio centímetro más o menos, de la línea del perfil ortognático. La migración ascendente de los dientes anteriores inferiores y otra descendente de los anteriores superiores compensa la rotación mandibular hacia abajo. Esto produce un plano oclusal curvo, la curva de Spee.

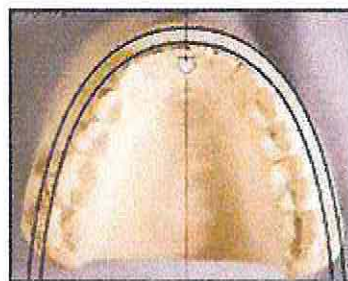


- La cara de toda persona, sin excepción, es el conjunto de los variados "desequilibrios regionales". Algunos de éstos compensan y contrarrestan de manera total o parcial los efectos de otros. Por ejemplo la rama amplia citada se encuentra de hecho en desequilibrio, pero sirve para reducir, como fenómeno compensatorio normal, las acciones de algunos otros desequilibrios angulares o dimensionales motivados por las tendencias inherentes hacia la maloclusión. Este rasgo particular de una rama ancha es muy frecuente entre personas dolicocefálicas de origen caucásico. Cuando se presentan éste y otros elementos compensatorios, se elimina o disminuye la intensidad del fundamento básico ordenado hacia el retrognatismo y una maloclusión de clase II. Por tanto muchas veces

presentan un perfil un poco retrógnata y apiñamiento anterior leve. (Enlow, 1992).

2.6.2.2 Patrón mesofacial.

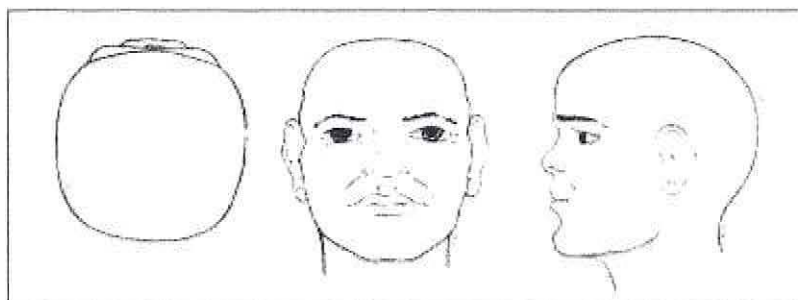
- Entre casi todos los diferentes grupos étnicos del mundo, la braquicefalia o la dólicocefalia tienden a predominar en cualquier grupo determinado; sin embargo, dentro de un grupo a menudo también se nota un rango de distribución desde un extremo hasta otro, a pesar de que un lado particular del rango sea más frecuente. Puede presentarse un tipo intermedio de cabeza (mesocefálico), y, de manera correspondiente los rasgos faciales tienden a ser intermedios. Sin embargo, las combinaciones de las formas cefálicas no producen por necesidad un resultado mesocefálico constante, aunque en una familia dada puede presentarse éste, así como proporciones "dólico" y "braqui" puras en los descendientes (tipo mendeliano).
- En este biotipo la cara suele tener proporcionados sus diámetros vertical y transversal, con maxilares y arcadas dentarias de configuración ovoides.



- La anomalía asociada con este patrón es la clase I, con una relación maxilomandibular normal, musculatura y perfil blando armónicos.
- El crecimiento se realiza con una dirección hacia abajo y hacia delante, por lo que su pronóstico es favorable.

2.6.2.3 Patrón braquifacial.

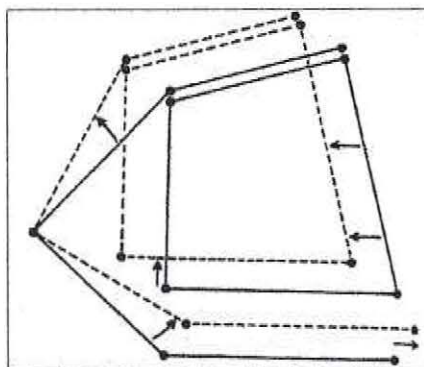
- Presenta una cara amplia, poco protrusiva y corta , llamada tipo facial, euriprosópica.
- La frente es bulbosa y vertical, el seno frontal tiende a ser más delgado por el grado menor de separación entre las láminas interna y externa de la frente.
- Los pómulos , presentan una configuración bastante cuadrada y un carácter más prominente.
- Los globos oculares tienden a ser exoftálmicos por una fosa craneal anterior más corta (cuyo piso sirve de techo a cada órbita).
- La nariz es respingada ligeramente corta y con su punta redondeada. Las cámaras nasales son más anchas y la nasofaringe tiende a ser más corta en dirección vertical. La pendiente del perfil nasal se desprende de una frente más bulbosa, por lo tanto, a diferencia de un patrón dólico, no sigue la misma inclinación de la frente. Mientras más gruesa , tiende a ser más recta o a menudo cóncava y muchas veces se inclina hacia arriba para mostrar los orificios nasales externos en una vista frontal.



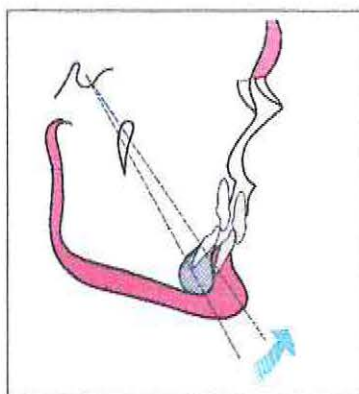
- La cara braquicefálica se relaciona con un ángulo basicraneal más cerrado, por lo tanto , la mandíbula tiende a ser más protrusiva, con mayor inclinación hacia un perfil facial más recto o aún concavo y un

mentón de aspecto más pronunciado. La porción facial media más corta en sentido vertical tiende a resaltar la apariencia mandibular más prominente.

- La naturaleza más vertical del basicráneo produce propensión a una postura cefálica más erecta.
- La fosa craneal amplia pero más corta en dirección ánteroposterior, determina que el paladar y el arco dental superior sean anchos pero bastante cortos. En consecuencia, el paladar es una proyección proporcionada de la fosa anterior, y a su vez el perímetro palatino establece la base apical de la arcada dental superior.
- Las personas con cabeza braquimórficas presentan un cerebro más redondeado, corto (en dirección horizontal) y ancho. Esto determina una base craneal más vertical y con angulación más cerrada, que disminuye la dimensión horizontal verdadera de la fosa craneal media. El resultado facial es la ubicación posterior del maxilar; asimismo, la longitud horizontal del complejo maxilar también es un tanto corta. Como el basicráneo braquicefálico es más ancho pero menos alargado en dimensión ánteroposterior, las fosas craneales media y anterior se acortan de manera correspondiente. La fosa craneal anterior es la guía que establece la longitud horizontal y el ancho bilateral del complejo nasomaxilar, el que es por lo tanto más corto y más ancho. El resultado compuesto es la retrusión proporcional del complejo mencionado y una ubicación relativa más anterior de la mandíbula. Esto produce una tendencia mayor hacia un perfil prógnata y una relación molar de clase III, el plano oclusal y la rama mandibular pueden alinearse hacia arriba, pero diversos fenómenos compensatorios producen con frecuencia un plano oclusal perpendicular o inclinado hacia abajo y ligera rotación posterior de la rama.

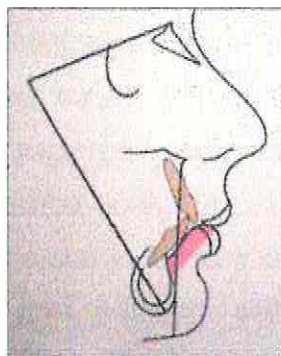


- La rama mandibular es ancha y corta.
- El cuerpo mandibular presenta una escotadura sigmoídea poco marcada, el ángulo goníaco es cerrado, musculatura potente, llamado tipo maseterino.
- El ángulo del plano mandibular está disminuído y el arco mandibular es de valor alto, presenta tendencia a la mordida cubierta, debido a la dirección de crecimiento anterior, (sentido contrario a los punteros del reloj).



- Al examen intraoral se observan arcadas dentarias amplias, dientes diastemados, paladar amplio y plano.

- Posee una sínfisis mucho más voluminosa que los pacientes dólícofaciales, tiene un pogonion prominente asociado a una altura facial inferior corta. Esto permite a los labios adoptar una postura más relajada. La dirección de las fibras musculares será ascendente pero con una inclinación de atrás y abajo, hacia arriba y adelante, permitiendo de esta manera una mayor protrusión del grupo incisivo.
- Esta es una de las razones por las que puede planificarse una posición más adelantada de los incisivos en los pacientes braquifaciales.(Gregoret, 1997)



- Este patrón es característico de las anomalías de clase II división 2 con sobremordidas profundas en el sector anterior y generalmente debidas a discrepancias esqueléticas.



- Como el vector de crecimiento se dirige más hacia delante que hacia abajo, favorece el pronóstico para el tratamiento. Por esta razón, los pacientes en crecimiento con patrones braquifaciales cuya anomalía

consiste en una biprotrusión leve y sin apiñamientos, frecuentemente evolucionan hacia la autocorrección. Además, la mayoría de las oclusiones ideales sin tratamiento que se hallan en la población, exhiben tendencias braquifaciales, como consecuencia de que el patrón muscular es favorable al normal desarrollo de las arcadas dentarias.

2.6.3 Biomecánica y patrón facial

El diagnóstico y los resultados deseados deben guiarnos en nuestra selección y en el uso de los procedimientos mecánicos.

Se puede esperar que el mismo aparato en los distintos tipos faciales, produzca diferentes resultados en distintos pacientes.

Las evaluaciones recientes sobre la morfología del maxilar inferior y las estructuras inferiores de la cara sugieren mediciones cefalométricas que pueden utilizarse en la descripción de estos tipos faciales, utilizando las mediciones que están más directamente relacionadas con la forma interna del maxilar inferior y la altura vertical de la porción inferior de la cara, podemos ser más específicos en la definición de aquellas estructuras que describen la función del soporte muscular, tan crítico para el anclaje y el plan de tratamiento.

En virtud del concepto de anclaje muscular, resulta fundamental acotar el biotipo dentro del diagnóstico. El anclaje se considera acá en términos de la estabilización de los molares y la ubicación de los dientes en contra del movimiento durante los distintos estadios del tratamiento. La estabilización de los dientes en contra de los movimientos horizontales y también contra las fuerzas verticales o de extrusión producidas por un extraoral cervical sobre los molares superiores, es contrarestanda por los músculos posteriores de la masticación, principalmente por los maséteros y los temporales. Las gomas de clase II sobre los molares inferiores producen efectos similares y requieren la misma fisiología de soporte por parte de la musculatura. En algunos patrones faciales esta musculatura parece más fuerte (patrón braquifacial) y capaz de superar la mayoría de las fuerzas del tratamiento ortodóncico, mientras que

en otros, la musculatura es más débil (patrón dólicofacial) y es fácilmente superada por las fuerzas del tratamiento.

Numerosos profesionales han observado que en aquellos tipos faciales que presentan musculatura más fuerte se caracterizan por la presencia de estructuras braquicefálicas representadas por una sobremordida profunda y un plano mandibular bajo. Mientras tanto, aquellos que tienen un ángulo del plano mandibular alto; patrón vertical, mordida abierta y características dolicocefálicas tienen una musculatura más débil y son menos capaces de superar las fuerzas del tratamiento que tienden a abrir la mordida y rotar la mandíbula. (Ricketts, 1998).

Así en los pacientes dólicofaciales, el uso de elásticos de clase II abrirá el eje facial con desmejoramiento del perfil por aumento de la altura facial inferior y retroceso del pogonion.

Además, estos biotipos son propensos a las extrusiones de los sectores posteriores que a su vez crearán problemas gnatológicos.

Ante un mismo procedimiento mecánico capaz de abrir el eje facial, esta apertura será mayor en un paciente dólicofacial que en uno mesofacial o braquifacial.

En los pacientes braquifaciales, se utilizan con más frecuencia los métodos conservadores. Toleran mejor esta mecánica, por los siguientes motivos:

1. Musculatura fuerte que dificulta las extrusiones del sector posterior.
2. Su perfil, su estructura sinfisaria, y la musculatura labial, permiten una mayor protrusión, con ello se podrían evitar las extracciones.
3. La utilización de la FEO (Fuerza extraoral), sobre el maxilar superior es muy efectiva. Debido a la dirección del crecimiento diferencial se consigue con relativa facilidad.
4. En algunos casos es factible el uso de elásticos intermaxilares que producen movimientos ortodóncicos y efectos ortopédicos, sobre el punto A.

Sin embargo lo anterior, en los pacientes con patrones esqueléticos de clase II muy marcadas, generalmente requieren extracciones superiores, cualquiera sea el biotipo facial.

Ante un mismo procedimiento mecánico capaz de abrir el eje facial, esta apertura será mayor en un paciente dólicofacial que en uno mesofacial o braquifacial. (Gregoret, 1997).

La interacción de los músculos de la masticación y el esqueleto cráneo facial juegan un importante rol en el control del crecimiento cráneo facial. La literatura contiene muchos reportes sobre la relación entre el músculo masétero y la morfología cráneo facial. Entre las características del biotipo facial, tales como corto, medio y largo constituye un importante factor en el tratamiento de ortodoncia, principalmente porque el tipo facial influencia el sistema de anclaje, predicción del crecimiento de las estructuras máxilofaciales y objetivos del tratamiento ortodóncico, como también con la fuerza de mordida y función masticatoria.

Ciertas maloclusiones están asociadas con tipos faciales específicos y esto es importante en clínica para la identificación de las características de cada paciente. Esta tarea es importante no sólo para la clasificación inicial, sino también en la planificación del tratamiento de los problemas existentes, y en la temprana determinación del pronóstico del tratamiento.

La actividad muscular de cierre mandibular se ha dicho que es más grande en sujetos con una gran altura facial posterior y una pequeña altura facial anterior, una mandíbula grande, un plano mandibular aplanado y un ángulo goníaco pequeño. (Tsnuri y cols., 1998).

2.7 Rotación mandibular

Por ser la mandíbula un hueso que presenta características particulares en relación a su crecimiento y a la importancia que tiene dentro del macizo cráneo facial, es que muchos investigadores han abordado su estudio en distintos aspectos.

Existen diferentes definiciones y conceptos que rodean al término "rotación mandibular".

Introduitoriamente nos referiremos a la rotación primaria conocida también como intramatricial o morfogenética como aquella que ocurre entre el cuerpo y la rama .

Hablaremos de rotación secundaria para referirnos a aquella en que toda la mandíbula rota en cuerpo, teniendo como ejes a los cóndilos.

Para abordar el tema, comenzaremos por recordar brevemente algunos conceptos que serán de utilidad para la comprensión del tema:

Hay tres procesos fundamentales en el crecimiento y desarrollo de los diversos huesos craneanos y faciales: aumento de tamaño, remodelación y desplazamiento. Los dos primeros están estrechamente relacionados y se producen simultáneamente por una combinación de aposición y reabsorción óseas. El desplazamiento, es un movimiento de todo el hueso alejándose uno de otro en sus articulaciones cuando está pasando por el proceso de remodelación y aumento de tamaño. Estos procesos se dan más o menos simultáneamente.

Los huesos crecen por aposición en un lado de la corteza y por reabsorción en el área opuesta. Sin embargo existen campos de aposición y reabsorción en la superficie interna y externa. A cada campo de aposición le corresponde uno de reabsorción en el área contraria; por eso los huesos craneanos y faciales se remodelan mientras crecen. A través del remodelado el tejido óseo que en un determinado momento forma parte de una región ósea pasa a formar parte de otra conforme todo el hueso aumenta de tamaño. Enlow denomina reubicación al "movimiento sucesivo y progresivo de las partes componentes del hueso conforme se agranda" (Enlow, 1964, 1990).

Durante el crecimiento y desarrollo de un hueso éste se desplaza, presentándose dos clases de desplazamiento, primario y secundario (Enlow, 1990). El desplazamiento primario corresponde al traslado físico del hueso debido al agrandamiento del propio hueso. La dirección del desplazamiento primario es contraria a la dirección del crecimiento.

El desplazamiento secundario es el movimiento de todo el hueso debido al crecimiento y desplazamiento de otros huesos.

Hay un desplazamiento de la mandíbula hacia abajo y adelante por crecimiento mandibular hacia atrás y arriba (desplazamiento primario) y por los movimientos de fosas craneales y complejo nasomaxilar (desplazamiento secundario).

Bjork introduce el término de "crecimiento rotacional". (Bjork, 1955).

Múltiples autores como Bjork, Gasson, Lavergne, Petrovic y Skieller utilizan como línea de referencia la base craneal anterior. Se puede definir, por tanto, la rotación total de la mandíbula como la variación en la inclinación de una línea de referencia o implantes (IPLi) en el cuerpo mandibular con relación a la base craneal anterior (SNL). (Bjork, 1963, 1983).

Bjork y Skieller describen la rotación de la mandíbula con respecto a la base craneal como una rotación anterior cuando el ángulo entre la línea del implante (IPLi) y la línea Sella_Nasion(SNL) disminuye. Con este esquema cuantifican la rotación anterior en grados de signo negativo, figura 1 y la posterior con signo positivo, figura 2; (Bjork, 1983), (Bjork, Skieller, 1972)

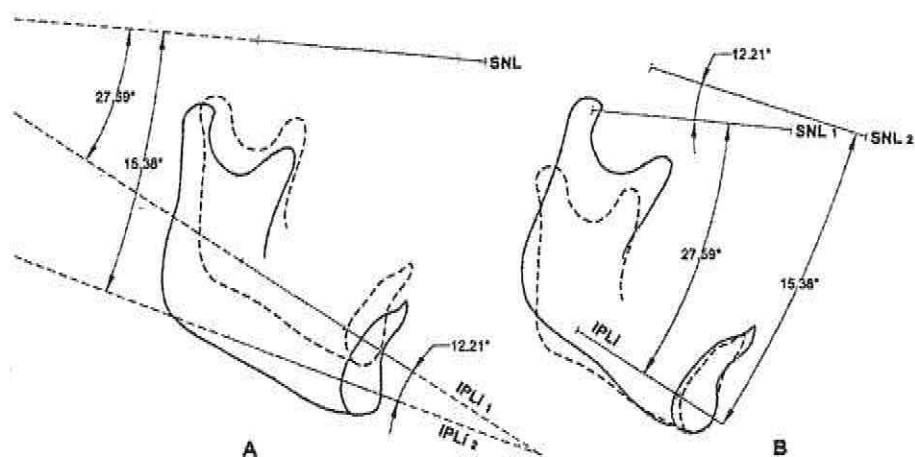


Fig. 1

A: Rotación anterior: Superposición de los dos trazados en SNL.

B: Superposición de los dos trazados en la línea de referencia del cuerpo mandibular (IPLi)

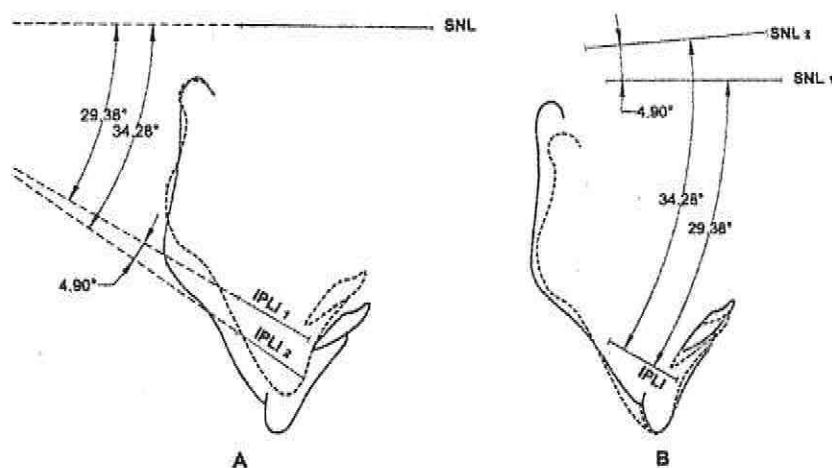


Fig 2 Rotación posterior.

A: Superposición de los dos trazados en SNL

B: Superposición de los dos trazados en la línea de referencia del cuerpo mandibular (IPLi)

Lavergne y Gasson N (1976), miden el grado de rotación con la técnica descrita por Odegaard (fig 3) donde las mediciones se realizan en un ángulo posterior, por lo que el signo de las rotaciones es el inverso al indicado en el método de Björk y Skieller, por tanto hay que tener en cuenta cuando un autor expresa la rotación en grados positivos o negativos, que sistema de medición está utilizando. (Odegaard, 1970).

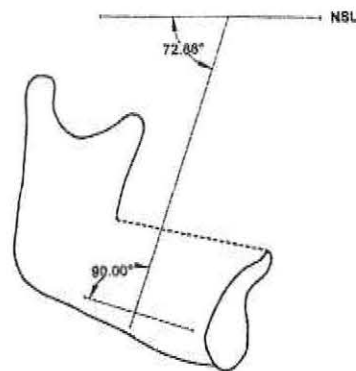


Fig 3 Medición del grado de rotación total mandibular con respecto a la base craneal anterior descrito por Odegaard.

La rotación total de la mandíbula es la suma de las rotaciones primaria y secundaria.

ROTACIÓN PRIMARIA.

Es aquella que tiene lugar en la estructura de la mandíbula. Según Enlow durante el proceso global de crecimiento hay un movimiento de reubicación (desplazamiento de las partes componentes del hueso al agrandarse). Este movimiento estimula a la matriz con gradientes de tensión o de presión y en ella se produce como respuesta un remodelado de aposición o reabsorción, respectivamente, a nivel intramembranoso. No es el remodelado el que causa desplazamiento de las partes de los componentes del hueso el que provoca el remodelado del mismo, ya que el hueso carece de capacidad fisiológica para que se empuje a sí mismo por su propio incremento. (Enlow, 1990).

Björk y Skieller la definen como rotación intramatricial, dicen que es la rotación del cuerpo mandibular dentro de la matriz de tejido blando con el centro de rotación en algún punto del cuerpo mandibular. (Björk y Skieller, 1983).

La rotación primaria se refleja en un cambio de inclinación de la línea de implantes dentro del cuerpo (IPLi) con respecto a la línea mandibular (ML), fig 4. También se puede medir en el cambio de angulación de la línea de implantes con respecto al borde posterior de la rama (RL),fig 5. (Hernández M. J., Hernández A. M. 1992).

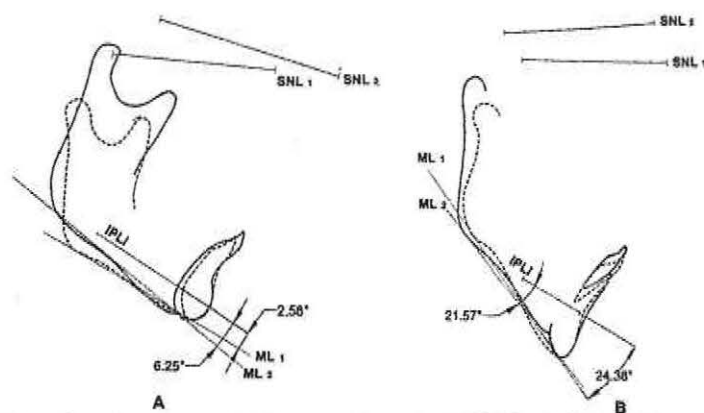


Fig 4. Rotación primaria con medición en el ángulo IPLi-ML. A: Rotación anterior. B: Rotación posterior

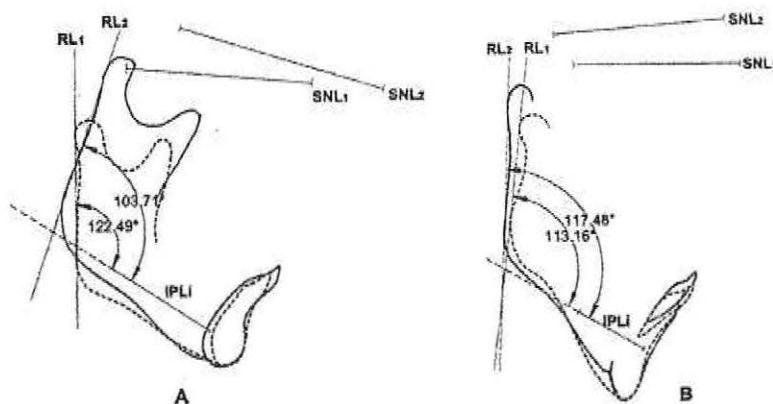


Fig 5. Rotación primaria con medición en el ángulo IPLi-RL. A: Rotación anterior. B: Rotación posterior.

Lavergne, Gasson y Petrovic, denominan a la rotación primaria como rotación morfogénica de la mandíbula y la definen como aquellos cambios en la morfología de la mandíbula durante su crecimiento. En sus mediciones describen la rotación del cuerpo y de la mandíbula en su totalidad. La rotación morfogénica del cuerpo se expresa en los cambios de inclinación de la línea que va desde el punto medio mandibular (Bi) a pogonion (se denomina esta línea BiP). La rotación de la mandíbula en su totalidad se mide en grados de rotación de la línea de implantes con la línea condíleon-pogonion (CP). (Lavergne, Gasson y Petrovic, 1976). (Fig 6)

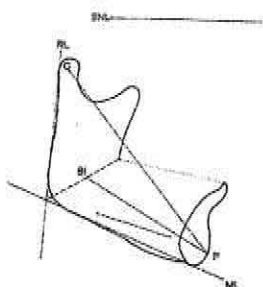


Fig 6. Puntos y líneas de referencia para la medición de la rotación morfogénica.

Podemos decir que la rotación primaria (movimiento de reubicación) se expresa a través del remodelado tanto del borde inferior del cuerpo, como del borde posterior de la rama.

Björk y Skieller, describen con claridad la rotación intramatricial anterior y posterior.

Rotación primaria anterior.

Una mandíbula presenta una rotación primaria anterior durante su crecimiento cuando la parte anterior del cuerpo se eleva con respecto a la línea tangencial al borde mandibular. (Björk y Skieller, 1983) (Fig7)

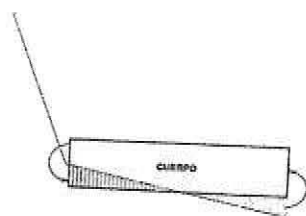


Fig 7 Esquema de Björk y Skieller de la rotación anterior intramatricial.

El remodelado inferior es de aposición marcada por debajo de la sínfisis y en la parte anterior del borde mandibular inferior, también hay reabsorción por debajo del ángulo mandibular (Fig 8).

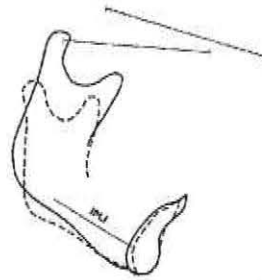


Fig 8. Rotación anterior. Superposición de los trazados en la línea de referencia del cuerpo mandibular, que permite observar los remodelados posterior e inferior.

El remodelado posterior es más intenso en la zona inferior de la rama, donde hay aposición ósea. (Fig 9)

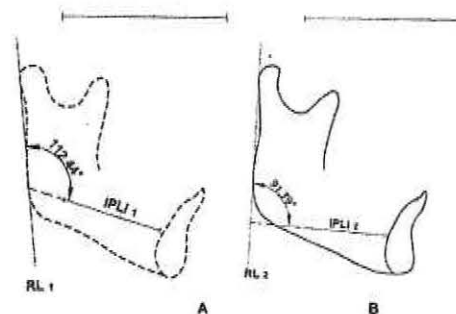


Fig 9. Rotación anterior, remodelado posterior.

En una mandíbula en crecimiento con rotación anterior de su cuerpo en la cual el remodelado posterior es mucho más intenso que el remodelado inferior, el ángulo goníaco va disminuyendo. Esto da a la mandíbula una morfología de "buena mandíbula", con una sínfisis de poca altura y mucha profundidad, (Nanda y cols, 1994), ya que la aumenta por aposición en su superficie lingual. La parte anterior de la sínfisis es extremadamente estable. El ángulo goníaco tiene poca amplitud de grados, la rama es ancha y alta y el cóndilo asume una posición ascendente vertical o ligeramente anterior. (Mathews, Ware, 1973).

En caso de un remodelado inferior tan intenso como el remodelado posterior el ángulo goníaco no varía: En este caso ha habido una rotación anterior del cuerpo que no se refleja en el ángulo goníaco. Generalmente en estos casos la forma mandibular es de tipo medio. (Björk, Skieller, 1983).

Rotación primaria posterior.

En la rotación primaria posterior el cuerpo rota posteriormente dentro de su matriz cuando la parte anterior del mismo presiona al borde inferior mandibular y la parte posterior se eleva con respecto a la misma línea. (Björk, Skieller, 1983). (Fig 10).

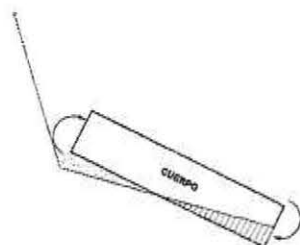


Fig 10 Esquema de Björk y Skieller de la rotación posterior intramatricial

El remodelado posterior es de aposición y más intenso en la zona superior de la rama (fig 11).

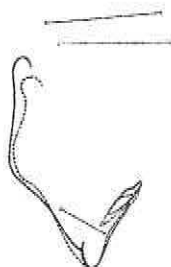


Fig 11 Rotación posterior. Superposición de los trazados en la línea de referencia del cuerpo mandibular, para visualizar los remodelados

El remodelado inferior es de ligera aposición por debajo de la sínfisis y de la parte anterior del borde inferior de la mandíbula, además hay una marcada aposición por debajo del ángulo goníaco. Este remodelado da lugar a una escotadura antegonial marcada o profunda. Singer, Mamandra y Hunter concluyen en su artículo que los sujetos con una mandíbula cuyo borde inferior muestra una escotadura antegonial profunda tienen un cuerpo más corto y una rama mandibular de menor altura que aquellas con escotadura mandibular plana o poco marcada.

La rotación posterior queda reflejada en la forma de mala mandíbula. Esta presenta un ángulo goníaco aumentado, además la sínfisis presenta una morfología de mucha altura y poca profundidad. (Singer y cols, 1987).

Rotación primaria neutra.

Es aquella en que la mandíbula crece por aposición en todo el borde posterior de la rama sin un remodelado de inclinación anterior ni posterior. (fig 12)

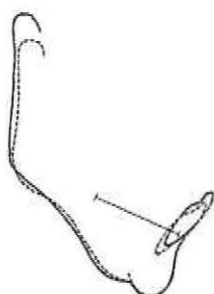


Fig 12. Rotación primaria neutra

Crecimiento de avance.

Es un tipo de crecimiento que no cumple con las normas del remodelado como compensación a gradientes de tensión o presión que se generan durante la rotación del cuerpo mandibular; hay un remodelado posterior de inclinación posterior con aposición en la zona superior de la rama y un remodelado inferior también de inclinación posterior (Fig 13); observándose por tanto un comportamiento distinto a las rotaciones primarias anterior o posterior, donde los remodelados posterior e inferior son entre sí de sentido contrario. Tanto este tipo como el neutro serían de baja frecuencia en la población.

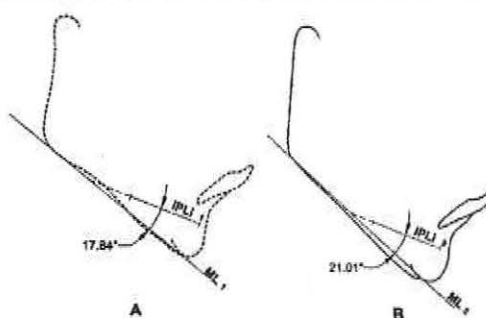


Fig 13. Crecimiento de avance.

La regulación del crecimiento mandibular es un fenómeno muy complejo y no depende exclusivamente de factores intrínsecos. Tejidos blandos y su función, control

hormonal y la oclusión dentaria son algunos de los factores que se conocen en el mecanismo del crecimiento mandibular y su rotación.

En diversos estudios se ha visto una relación entre la dirección e intensidad de la rotación mandibular y la diferencia entre las tasas de crecimiento maxilar y mandibular. (Lavergne, Gasson, 1977, 1978, 1982).

Es conocido que la rotación es posible gracias a mecanismos de control de la velocidad y dirección del crecimiento condilar.

La rotación primaria de la mandíbula se asocia con los tejidos blandos. Posiblemente cuando los músculos de cierre son potentes hay mayor crecimiento condilar y como consecuencia de ello hay un movimiento de reubicación rotacional anterior.

Cuando hay una distrofia muscular el crecimiento condilar es menor y hay un movimiento de reubicación rotacional posterior. Enlow sostiene: "El control del crecimiento de un hueso lo hace la fuerza expansiva de todos los tejidos blandos en crecimiento que lo rodean ", "existen relaciones recíprocas entre el hueso y el músculo", "en la misma medida que un músculo continúa creciendo, el hueso también es estimulado a crecer " y a" la matriz funcional de los tejidos blandos es el determinante verdadero que gobierna el proceso de crecimiento esquelético". (Enlow, 1990).

Otros autores también reafirman los mismos conceptos. Por ello Kreiborg dice que hay relación entre crecimiento facial y función. Esta relación es recíproca. (Kreiborg, 1990). Hinton afirma que en las ratas, la resección del masétero reduce la altura de la rama (Hinton, 1991), y Nielsen sostiene que las variaciones de la intensidad de crecimiento, la función de los tejidos blandos y de la musculatura de la mandíbula influyen en la maloclusión.

Por lo tanto la regulación del crecimiento mandibular no depende exclusivamente de factores intrínsecos. (Nielsen, 1991).

En el trabajo de Björk y Skieller hay una alta correlación entre la cantidad de crecimiento condilar y el remodelado posterior e inferior. (Björk y Skieller, 1972). Ya se ha establecido que los remodelados posterior e inferior son consecuencia de la rotación primaria, por tanto cuanto más cantidad de crecimiento condilar la rotación de

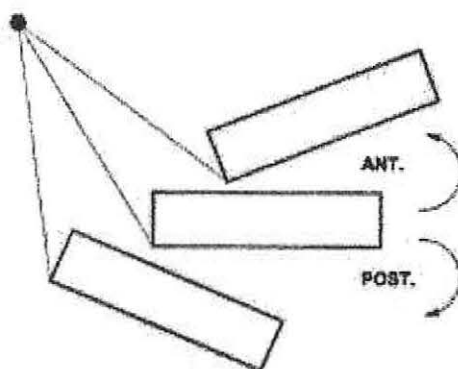
la mandíbula es anterior, y a poco crecimiento del cóndilo la mandíbula responde con una rotación posterior de su cuerpo (Odegaard, 1970), (Lavergne y gasson, 1977). Cuando en clínica relacionamos la forma de buena mandíbula o mala mandíbula con un crecimiento grande o pequeño, asociamos la rotación primaria, que se relaciona con el remodelado y por tanto con la forma de la mandíbula y con el potencial de crecimiento condilar (Baumrind y cols, 1992), (Bernabei y Johnston, 1978).

Cuando hay una rotación primaria anterior, la dirección de crecimiento condilar es anterior o vertical, y cuando hay una rotación primaria posterior la dirección de crecimiento condilar es también posterior.

Enlow dice: " El cóndilo tiene una capacidad específica multidireccional para crecer y remodelarse, respondiendo selectivamente a los desplazamientos y rotaciones mandibulares" (Enlow, 1990).

Rotación secundaria.

Se entiende por este término a la rotación de toda la mandíbula con respecto a la base craneal anterior. Björk y Skieller la definen como la rotación de la matriz, y dicen que es la rotación de la matriz de tejido blando de la mandíbula con relación a la base craneal anterior. Definen la matriz de tejido blando mandibular como la línea tangencial del borde mandibular inferior. La rotación de la matriz se puede describir como un movimiento pendular con los cóndilos como centro de rotación. (Björk y Skieller, 1983).



Rotación mandibular secundaria.

El remodelado posterior según se ha visto, tiene como función impedir que al irse reubicando el tejido óseo de la mandíbula este cambie de posición, por lo cual no influye en la inclinación de la rama; por lo tanto, la rotación primaria mandibular con sus remodelados posterior e inferior, no inclinan la rama.

Tomando como referencia la línea mandibular inferior (ML) la rotación primaria es aproximadamente el 43.3% y la rotación secundaria el resto, es decir un 56.7%. En caso de tomar RL (línea de la rama mandibular) la rotación primaria es un 83% y la rotación secundaria un 17% de la rotación total.

Lavergne y Gasson definen la rotación morfogenética y la rotación posicional de la mandíbula, dicen que las mediciones de esta rotación nos dan información acerca de los cambios de posición de la mandíbula en relación a las estructuras adyacentes utilizando NSL como línea de referencia .

Desde un punto de vista teórico, la rotación posicional estrictamente debe ser definida como el resultado de la rotación posicional definida anteriormente (d°/NSL) menos la rotación morfogenética (d°/ML)- donde d° es el ángulo entre las líneas de implantes superponiendo en SNL-; así se define la rotación posicional como una rotación secundaria porque esta última es igual a la rotación total menos la rotación primaria, pero cuando los investigadores hablan de rotación posicional y miden d°/NSL están refiriéndose a la rotación total. No tienen ningún parámetro que mida la rotación secundaria, ya que consideran que es poco significativa dentro de la rotación total de la mandíbula. En su estudio, aproximadamente el 85% de la rotación total corresponde a la rotación morfogenética. (Lavergne y Gasson, 1993).

Debemos medir la rotación primaria y secundaria con respecto a RL, ya que nos coinciden las proporciones del 83% rotación primaria obtenida por Björk , con el 85% de rotación morfogenética obtenida por Lavergne y Gasson en su estudio de 1976.

A partir del estudio de Björk publicado en 1972 se pueden analizar las correlaciones de las diferentes variables medidas. La variable de la inclinación de la rama (variación del ángulo RL-SNL) no presenta correlación con la cantidad de crecimiento condíleo, con la dirección del crecimiento condíleo, ni con el remodelado posterior e inferior. Estas variables tienen una correlación alta con la rotación primaria, con lo cual podemos decir que el remodelado posterior, consecuencia de la rotación

primaria del cuerpo mandibular, no inclina la rama.(Schudy, 1965). Cuando la rama se inclina es por otra causa. (Hernández, Hernández, 1992).

Enlow sostiene que el desplazamiento secundario está causado por el incremento de otros huesos . (Enlow, 1990).

Shudy habla de una relación entre el crecimiento vertical anterior y posterior de la cara, sin embargo en el crecimiento vertical posterior no sólo es importante la cantidad de crecimiento para relacionarlo con el anterior, sino que tiene un papel importante la dirección de crecimiento condilar. (Schudy, 1964).

Lavergne y Gasson dicen que la diferencia entre el potencial de crecimiento del maxilar (anteroposterior y vertical) y el potencial de crecimiento mandibular puede ser compensado por la dirección y magnitud de la rotación morfogenética de la mandíbula (directamente relacionada con la dirección de crecimiento condilar). En aquellos casos en que la rotación morfogenética no llega a compensar la diferencia de crecimiento entre el maxilar y la mandíbula ésta se expresa a través de un desplazamiento sagital de la mandíbula. Al desplazamiento sagital de la mandíbula en su totalidad lo podemos considerar una rotación secundaria. (Lavergne y Petrovic, 1983).

Al análisis de las correlaciones de la inclinación de la rama con respecto a la base craneal anterior (rotación secundaria) se puede observar que existe una correlación de 0.51 con la variable que mide la relación sagital de los maxilares . Esto significa que ante una rotación secundaria anterior (inclinación anterior de la rama o disminución del ángulo RL-SNL) hay un avance mandibular y en una rotación secundaria posterior hay un retroceso mandibular. (Björk, Skieller, 1972).

Odegaard dice" Si queremos analizar el crecimiento mandibular, éste debe evaluarse en base a la forma mandibular y no por su posición en el espacio. Una vez pronosticado el crecimiento debemos determinar su efecto sobre el patrón facial." (Odegaard, 1970).

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Establecer relaciones para determinar biotipología mandibular a partir de las medidas lineales mandibulares obtenidas del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore.

3.2 Objetivos Específicos

1.- Establecer una relación a partir de las medidas lineales mandibulares del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore para determinación de biotipología mandibular braquifacial.

2.- Establecer una relación a partir de las medidas lineales mandibulares del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore para determinación de biotipología mandibular mesofacial.

3.- Establecer una relación a partir de las medidas lineales mandibulares del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore para determinación de biotipología mandibular dólicofacial.

4 Material y Método

4.1 Tipo de Estudio

Descriptivo.

4.2 Material:

4.2.1 Universo

El Universo de estudio correspondió a 409 telerradiografías iniciales de los pacientes atendidos en la Clínica del Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso entre los años 1998 y 2004.

La elección del universo se realizó en la Facultad de Odontología, ya que ésta cuenta con un centro especializado en Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de referencia en la V Región y, además, era factible obtener las teleradiografías iniciales de las fichas de pacientes ingresados entre los años 1998 y 2004.

4.2.2 Muestra

De un universo de 409 telerradiografías iniciales (las cuales fueron numeradas para efectos de este estudio), se realizó una selección en forma aleatoria simple, de 240 telerradiografías.

4.3 Método

4.3.1 Variables a examinar

Las variables en este estudio corresponden al tipo cuantitativas continuas, correspondiendo a las medidas lineales mandibulares tomadas del Cefalograma Clínico del Dr J. J. E. Ramírez Tornatore, las que se describen a continuación:

1.- Longitud de la Rama (LR): Trazo medido en milímetros, que va desde el punto condilar (C) al punto gonion (Go) geométricos. Representa las variaciones del crecimiento de la rama y dirección condilar en sentido sagital.

2.- Longitud del Cuerpo (LC): Trazo medido en milímetros, que va desde el punto Gonion (Go) al punto Pogonion (Pog) geométricos. Representa las variaciones de crecimiento del cuerpo mandibular en sentido sagital.

Definición de puntos:

- El punto condilar (C) se localiza por una tangente al borde posterior del cóndilo, que corta perpendicularmente al plano mandibular.
- El punto gonion (Go) se localiza en la intersección del plano mandibular con el trazo al borde posterior de la rama mandibular.
- El Punto pogonion (Pog) es el punto más anterior de la sínfisis en el plano medio sagital y al trazar una tangente a éste corta perpendicularmente al plano mandibular

4.3.2 Recolección de Datos:

Se solicitó a un ortodoncista de experiencia, clasificar en una ficha (ver anexo 1) especialmente diseñada para tales efectos, la biotipología mandibular de las 240 telerradiografías en los tres diferentes biotipos faciales , haciendo abstracción del resto de las estructuras observadas en la telerradiografía; para esto se entregó un instructivo al examinador. (ver anexo 1).

Un operador previamente capacitado efectuó las mediciones lineales mandibulares de los trazos, longitud de rama (LR) y longitud de cuerpo (LC) del Cefalograma Clínico del Dr J. J. E. Ramírez Tornatore , registrando los valores obtenidos en una tabla, junto al número de teleradiografía correspondiente. (Ver anexo 2).

Finalmente se dividió la muestra en tres grupos de acuerdo a la biotipología mandibular (braquifacial, mesofacial y dólicofacial) con sus respectivas medidas lineales mandibulares (LR y LC).

Las mediciones lineales mandibulares "LR" y "LC", fueron realizadas por un solo operador, alumno de VI semestre del Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

4.3.3 Estandarización:

Las condiciones del análisis de las 240 telerradiografías, tanto en su clasificación de biotipología mandibular, como en sus mediciones lineales mandibulares fueron las mismas para todos.

El análisis visual de las telerradiografías en relación a biotipología mandibular se realizó sobre un negatoscopio, utilizando la plantilla que sólo permitía visualizar el maxilar inferior.

La obtención de las medidas lineales mandibulares , "LR" y "LC" se llevaron a cabo sobre un negatoscopio, fijando sobre cada telerradiografía papel cefalométrico, donde se identificaron los puntos anatómicos y trazos correspondientes.

4.3.4 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos del examen visual en relación a biotipología mandibular con sus clasificaciones y medidas lineales mandibulares respectivas se ingresaron a tablas de Microsoft Excel.

Este estudio se basó en el análisis de las curvas de distribución de la función LR/LC, a partir de la muestra en estudio los estadígrafos de la media aritmética y desviación estándar, para cada biotipo. En base a estos estadígrafos se determinó los intervalos de confianza del valor promedio de la función LR/LC medidos sobre la muestra, con un intervalo de confianza del 95%.

Un modelo de regresión lineal permitió definir tres relaciones (una para cada biotipo)

4.3.5 Ficha clínica: (ver anexo 1)

La ficha utilizada contenía cuatro columnas:

La primera columna indica el número de la telerradiografía.

Las tres columnas siguientes, los biotipos braqui (B), meso (M) y dólicofacial (D) a seleccionar por el clínico según su evaluación visual de la biotipología mandibular.

4.3.6 Limitaciones del estudio:

Entre las limitaciones de este estudio cabe mencionar:

Debido a que no existen publicaciones nacionales ni extranjeras relacionadas con el tema en estudio, no se pudo realizar comparaciones del resultado.

Por razones operativas y técnicas, la evaluación de las telerradiografías para determinación de biotipología mandibular, fue realizada sólo por un clínico.

5 Resultados

Objetivo

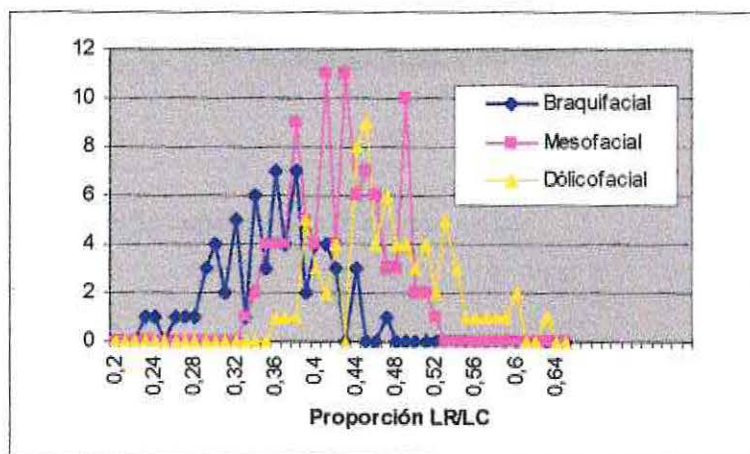
Se busca determinar si existe una función de los parámetros LC y LR que permita determinar si un individuo pertenece a las clases braquifacial, mesofacial o dólcofacial. En este estudio nos basaremos en el análisis de las curvas de distribución de la función LR/LC, obteniendo a partir de la muestra en estudio los estadígrafos de la media aritmética y desviación estándar. En base a estos estadígrafos se determinará los intervalos de confianza del valor promedio de la función LR/LC, medidos tanto para el total de la muestra.

Variable a medir: X = Proporción LR/LC en población.

Se asume que distribución de X es normal

La siguiente figura muestra la curva de distribución obtenida de la muestra para cada biotipo.

Gráfico N°1: Curva de distribución obtenida de la muestra para cada biotipo.



En el gráfico N° 1 se observa una distribución normal de la curva para cada biotipo.

Estadígrafo para la media aritmética de X es la media aritmética de la muestra.

Tamaño de la muestra: 240

La muestra se clasifica según:

Braquifacial 64

Mesofacial 99

Dólicofacial 77

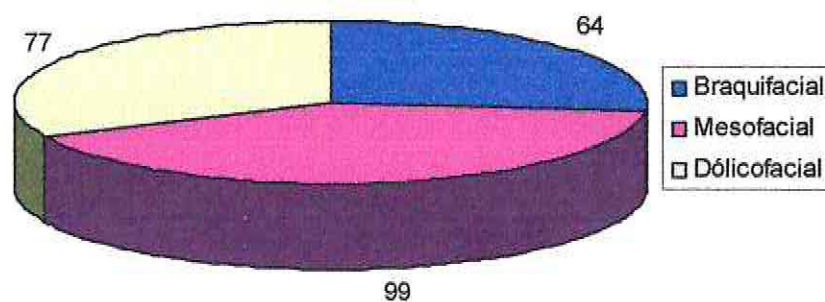


Gráfico N°2: Tamaño muestral de cada biotipo.

El análisis de la proporción LR/LC se realizará por separado para cada biotipo:

X1, proporción LR/LC en población Braquifacial

X2, proporción LR/LC en población Mesofacial

X3, proporción LR/LC en población Dólicofacial

Cada variable X1, X2, X3 se asume con distribución normal .

Las medias aritméticas de la muestra para cada biotipo son:

| | |
|----|------|
| X1 | 0,36 |
| X2 | 0,42 |
| X3 | 0,47 |

Y el estadígrafo de la desviación estándar de X1, X2 y X3:

| | |
|----|-------|
| S1 | 0,051 |
| S2 | 0,046 |
| S3 | 0,059 |

Estimación de Intervalos de Confianza para Promedio de X

El intervalo de confianza de X1, X2 y X3 se calcularon para un nivel de confianza de 95%:

Intervalo de Confianza de 95%

| | | | | |
|-------|----|----|----|-------|
| 0,343 | <= | X1 | <= | 0,367 |
| 0,416 | <= | X2 | <= | 0,434 |
| 0,460 | <= | X3 | <= | 0,486 |

Curva de Distribución de LR/LC en la población

Obtenidos los valores de media aritmética y desviación estándar de la muestra, y asumiendo que la población tiene una distribución normal, podemos graficar la curva de distribución normal de LR/LC de la población para cada biotipo.

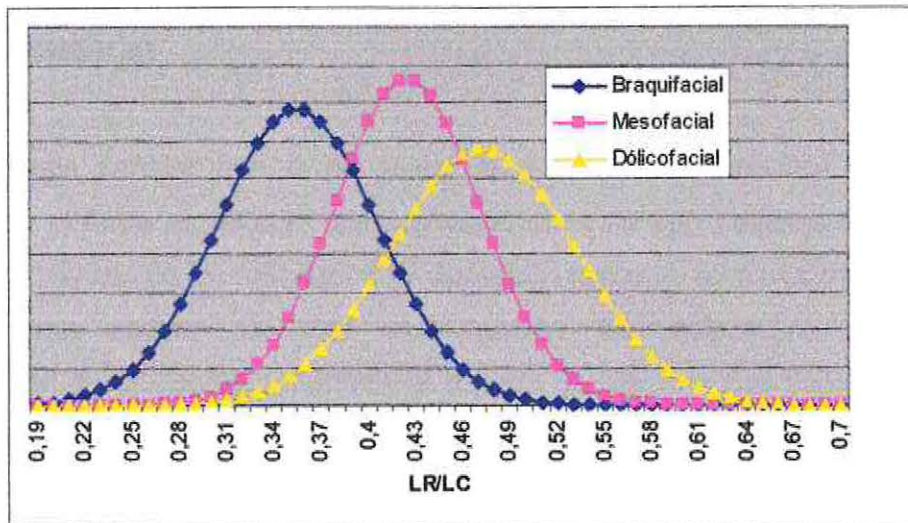


Gráfico N°3: Curva de distribución de la población estudiada.

El gráfico N°3 muestra la curva de distribución normal para la población en estudio.

Modelo de regresión Lineal

El modelo de regresión lineal permite establecer 3 relaciones, una para cada biotipo, que permiten predecir el valor de la proporción LR/LC para un valor LC cualquiera.

De esta forma, para un valor LC_i y LR_i de un individuo i cualquiera, se podrá comparar el valor de $(LR/LC)_i$ arrojado por las 3 relaciones y determinar en cual la diferencia es menor con el valor LR_i/LC_i . De esta forma, se podrá determinar a que biotipo pertenece el individuo.

Relación {LR,LC} para Braquifacial: $LR/LC = 0,421 - 0,002 LC$

Relación {LR,LC} para Mesofacial: $LR/LC = 0,455 - 0,001LC$

Relación {LR,LC} para Dólicofacial: $LR/LC = 0,489 - 0,001LC$

6 Discusión

Se debe señalar que al no existir publicaciones nacionales ni extranjeras en relación con el tema en estudio, las comparaciones no son posibles de realizar, por lo que la gran mayoría de los resultados se discutirán respecto al marco teórico.

El gran aporte de esta investigación fue establecer cocientes para determinación de biotipología mandibular a partir de las medidas lineales mandibulares del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore, estos cocientes se determinaron de la relación obtenida de la longitud de la rama (LR) sobre la longitud del cuerpo mandibular (LC). (LR/LC)

Realizado el estudio estadístico, el análisis del intervalo de confianza indica que el valor promedio de LR/LC en la población según su biotipo, con un 95% de confianza, es diferente, lo que permite concluir que la función LR/LC es una relación que determina el biotipo facial del individuo. Las funciones obtenidas según el modelo de regresión lineal permiten predecir el valor de la proporción LR/LC promedio para cada biotipo para un valor LC dado. Comparando el valor LR/LC del individuo con el valor de la proporción LR/LC promedio de cada biotipo se podrá determinar cual es su biotipo más cercano.

Así la utilidad clínica de la investigación radica que en base a sólo dos datos (LR/LC), es posible establecer con un 95% de confianza que tipo de biotipología mandibular presenta el paciente en estudio.

Matemáticamente la relación se analizó con los valores de Longitud de Rama sobre Longitud de Cuerpo (LR/LC), pero también se podría haber realizado de manera inversa, la razón fue establecer una relación que resultara menor para pacientes con biotipos braquifaciales y mayor para pacientes con biotipos dólicofaciales, lo que por motivos prácticos facilita su comprensión.

Realizado el intervalo de confianza de 95% se pudo establecer que el valor de LR/LC para cada uno de los biotipos eran diferentes, lo que permitió a través de un modelo de regresión lineal obtener tres relaciones para cada biotipo. De esta manera

teniendo los trazos LR y LC de las teleradigrafías en estudio se dividió LR sobre LC, este valor se compara con las tres relaciones obtenidas del modelo de regresión lineal, y se analiza a que valor es más cercano, de esta forma se podrá determinar a que tipo de biotipología mandibular pertenece el paciente en estudio.

Si los valores de los resultados (LR/LC) se encuentran por debajo de la relación obtenida para biotipo braquifacial, podríamos inferir que este tipo de biotipología mandibular se acerca a una tendencia más marcada al biotipo braquifacial.

Por ejemplo al aplicar el modelo de regresión lineal para un paciente con un LR= 19 y un LC= 84, se calcula para los tres cuocientes:

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Braquifacial: } \quad \mathbf{19/84 = 0,421 - 0,002 \times 84 = 0.253}$$

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Mesofacial: } \quad \mathbf{19/84 = 0,455 - 0,001 \times 84 = 0.371}$$

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Dólicofacial: } \quad \mathbf{19/84 = 0,489 - 0,001 \times 84 = 0.405}$$

Al dividir $19/84 = 0.226$, por lo tanto inmediatamente se observa que es un valor que se encuentra por debajo del resultado del cuociente para biotipo braquifacial, esto indica con un 95% de confianza que se trata de una mandíbula con características braquifacial.

En el otro extremo si los valores de los resultados (LR/LC) se encuentran sobre la relación obtenida para biotipo dólicofacial podríamos inferir que este tipo de biotipología mandibular presenta una tendencia más marcada a un biotipo dólicofacial.

Por ejemplo al aplicar el modelo de regresión lineal para un paciente con un LR= 36 y un LC= 81, se calcula para los tres cuocientes:

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Braquifacial: } \quad \mathbf{36/81 = 0,421 - 0,002 \times 81 = 0.259}$$

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Mesofacial: } \quad \mathbf{36/81 = 0,455 - 0,001 \times 81 = 0.374}$$

$$\text{Relación \{LR,LC\} para Dólicofacial: } \quad \mathbf{36/81 = 0,489 - 0,001 \times 81 = 0.408}$$

Al dividir $36/81 = 0.44$, por lo tanto inmediatamente se observa que es un valor que se encuentra por sobre el resultado del cuociente para biotipo dólicofacial, esto

indica con un 95% de confianza que se trata de una mandíbula con características dólícofacial.

Si los valores de los resultados (LR/LC) se encuentran muy próximos a la relación obtenida para biotipo mesofacial podríamos inferir que se trata de una mandíbula con tendencia más marcada al biotipo mesofacial.

Por ejemplo al aplicar el modelo de regresión lineal para un paciente con un LR= 29 y un LC= 78, se calcula para los tres cuocientes:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Relación {LR,LC} para Braquifacial: | $29/78 = 0,421 - 0,002 \times 78 = 0.265$ |
| Relación {LR,LC} para Mesofacial: | $29/78 = 0,455 - 0,001 \times 78 = 0.377$ |
| Relación {LR,LC} para Dólícofacial: | $29/78 = 0,489 - 0,001 \times 78 = 0.411$ |

Al dividir $29/78 = 0.371$, por lo tanto inmediatamente se observa que es un valor que se encuentra muy cercano al resultado del cuociente para biotipo mesofacial, esto indica con un 95% de confianza que se trata de una mandíbula con características mesofacial.

Si el valor de LR/LC se encuentra muy próximo entre la relación obtenida para mesofacial y braquifacial o para mesofacial y dólícofacial en este sentido la discusión se centra en la existencia de tendencias que se mueven entre dos biotipos y podríamos clasificar la biotipología mandibular como perteneciente a un biotipo mesobraquifacial o mesodólícofacial respectivamente. Es así como en el libro *Ficción y Realidad en Ortodoncia* del Dr. Guillermo Mayoral comenta " En el ser humano se pueden percibir diferencias muy sutiles", " En el ser humano pueden existir tendencias que se mueven entre dos biotipos o presentan simplemente una tendencia marcada a un determinado biotipo. Los resultados sólo aportan una aproximación general, ya que los resultados de una muestra en estudio nunca podrán igualar los rasgos delicados de un individuo determinado" (/Mayoral, 1997).

En este estudio se consideró como universo todas las teleradiografías existentes pertenecientes a los pacientes que fueron evaluados entre los años 1998 y 2004 en el Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología

de la Universidad de Valparaíso. Al tomar una muestra aleatoria los resultados se pueden extrapolar los resultados al universo estudiado. Por lo tanto se podría inferir que las relaciones obtenidas en el modelo de regresión lineal pueden ser aplicadas a los pacientes que serán evaluados en este Postgrado con el Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J.E: Ramírez T.

Este cociente para determinación de biotipología mandibular establecido para el cefalograma clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore, con puntos geométricos de fácil localización se diferencia con los cefalogramas de Ricketts y Björk-Jarabak, (también utilizados en el Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso), que definen morfología mandibular con medidas angulares. En relación a esto es importante señalar que investigaciones han demostrado que las mayores diferencias en las mediciones encontradas han sido en variables obtenidas en base a ángulos (grados) y las menores diferencias a valores obtenidos en base a medidas lineales (milímetros). (Morán R., Avilés E. , 2002).

7 Conclusiones

- El (gran) aporte de esta investigación radica que en base a sólo dos medidas lineales mandibulares con un 95% de confianza, se puede clasificar biotipología mandibular de un paciente en estudio, lo que en la práctica y ejercicio de la ortodoncia es de gran valor como complemento en el diagnóstico del biotipo facial, clave en la planificación del tratamiento.
- Se pueden establecer relaciones para determinar biotipología mandibular a partir de las medidas lineales mandibulares obtenidas del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez T.
- A través de un modelo de regresión lineal se pudo establecer una relación para la determinación de biotipología mandibular para biotipo braquifacial.
- A través de un modelo de regresión lineal se pudo establecer una relación para la determinación de biotipología mandibular para biotipo mesofacial.
- A través de un modelo de regresión lineal se pudo establecer una relación para la determinación de biotipología mandibular para biotipo dólicofacial.
- Se observó que las relaciones obtenidas a partir del modelo de regresión lineal (utilizando LR/LC), para pacientes con biotipología mandibular correspondiente a biotipo braquifacial es menor que para pacientes con biotipología mandibular correspondiente a biotipos mesofacial y dólicofacial.
- Se observó que las relaciones obtenidas a partir del modelo de regresión lineal (utilizando LR/LC), para pacientes con biotipología mandibular correspondiente a biotipo dólicofacial es mayor que para pacientes con biotipología mandibular correspondiente a biotipos braquifacial y mesofacial.
- Se observó que las relaciones obtenidas a partir del modelo de regresión lineal (utilizando LR/LC), para pacientes con biotipología mandibular correspondiente a biotipo mesofacial es intermedia entre la relación obtenida para biotipos braquifacial y dólicofacial.

- Los valores de Longitud de Rama sobre Longitud de Cuerpo (LR/LC), del individuo en estudio que se aproximen tanto a los resultados de la relación obtenida a través del modelo de regresión lineal para biotipología mandibular correspondiente a biotipo mesofacial y braquifacial se consideran como un biotipo mesofacial con tendencia a biotipo braquifacial, (biotipo mesobraquifacial).
- Los valores de Longitud de Rama sobre Longitud de Cuerpo (LR/LC), del individuo en estudio que se aproximen tanto a los resultados de la relación obtenida a través del modelo de regresión lineal para biotipología mandibular correspondiente a biotipo mesofacial y dólicofacial se consideran como un biotipo mesofacial con tendencia a biotipo dólicofacial, (biotipo mesodólicofacial).
- El modelo de regresión lineal es aplicable al universo estudiado, (pacientes que fueron evaluados entre los años 1998 y 2004 en el post Grado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso).
- El modelo de regresión lineal se incorpora al Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez, como un aporte para la clasificación de biotipología mandibular de manera práctica. Por lo que los pacientes que ingresen al Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso serán evaluados con este complemento.

8 Sugerencias

- Sería interesante realizar una muestra de teleradiografías cuyo resultado de morfología mandibular sea coincidente tanto en el Cefalograma de Ricketts como en el cefalograma de Björk- Jarabak, y en estas teleradiografías realizar las medidas lineales mandibulares (Longitud de Rama y Longitud de Cuerpo) del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J.E. Ramírez T. para obtener el modelo de regresión lineal que permita clasificar biotipología mandibular en cada biotipo. Esto permite además de homologar los datos, universalizarlos.
- Sería interesante realizar un estudio que permita establecer si existe diferencia significativa en las relaciones obtenidas del modelo de regresión lineal para clasificar biotipología mandibular para cada biotipo según sexo y edad.

9 Resumen

La mandíbula es un hueso de forma singular, con gran influencia genética, jugando un rol fundamental en la estética facial del individuo.

Identificar la biotipología de la mandíbula en relación al biotipo facial es importante para el diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento.

Por esta razón resulta interesante el estudio del Cefalograma Clínico del Dr. Jorge J.E. Ramírez T., que tiene como objetivo individualizar la mandíbula en base a medidas lineales en cuanto a la Longitud de la Rama "LR" y Longitud del Cuerpo "LC".

Se diseñó un estudio utilizando "LR/LC" con el objetivo de establecer una relación que clasifique biotipología mandibular. Para ello se seleccionó una muestra al azar de 240 teleradiografías de los pacientes evaluados entre los años 1998 y 2004 en el Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomáxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, las que fueron evaluadas por un especialista en ortodoncia de acuerdo a su experiencia en los biotipos braquifacial, mesofacial y dólicofacial.

El intervalo de confianza utilizado en la investigación fue de un 95%. Obtenidos los resultados de "LR/LC" de cada grupo se aplicó un modelo de regresión lineal que permitió establecer una relación para clasificar a que tipo de biotipología mandibular pertenece el paciente evaluado.

10 Referencias Bibliográficas

1. Abramovich, A. (1997). Capítulo 5. En: Embriología de la Región Máxilofacial. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana. Pp: 192-207.
2. Aguirre, A;García; Montenegro M.A ;Mery C. (1986). Embriología General . En: Histología y Embriología del Sistema Estomatognático. Ed. Facultad de Odontología U de Chile, Pp 1- 28.
3. Aki T; Nanda RS ; Currier GF; Nanda SK.(1994). Assessment of symphysis morphology as predictor of the direction of mandibular growth. Am J Orthod Dentof Orthop ; 106:60-9.
4. Barranquero R.; Palacios J; Gamillo G; De la Rosa P; Rodríguez J. (1995): Prenatal growth of the mandibular condylar cartilage. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 108:194 – 200.
5. Baumrind S; Ben Bassat ; Korn EL; Bravo LA; Curry S. (1992).Mandibular remodeling measurd on cephalograms. Osseus changes relative to superimpositions on metallic implants. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992; 102:134-142.
6. Bernabei RL, Johnston LE.(1978). The growth in situ of isolated mandibular segments. Am J Orthod. 24-35.
7. Bjork, A (1955). Bite development and body build. Dent Rec. 75 ; 8.
8. Bjork, A (1963). Variations in the growth pattern of the human mandible : longitudinal radiographic study by the implant method. J Dent Res .42: 400-411.
9. Bjork A, Skieller J. (1972). Facial development and tooth eruption . An implant study at the age of puberty. Am J Orthod. 62: 339-383.
10. Bjork A, Skieller V. (1983).Normal and abnormal growth of the mandible. Synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. Eur J Orthod 1983; 5:1-46.
11. Bjork A. (1995). Facial growth in man, studied with the aid of metallic Implants. Acta Odontol Scand .13:9-34.

12. Canut, J.A. (1992). Crecimiento postnatal maxilofacial. En: Ortodoncia Clínica. Barcelona, España. Ed Científicas y Técnicas, SA.. Pp. 69 – 104.
13. De Freitas, A.; Rosa, J.E; Faria e Souza, I.(2002). Técnicas radiográficas extrabucales. En: Radiología odontológica. Sao Paulo. Ed. Artes Médicas. Pp. 157 – 176.
14. Diewert V. M; Vancouver M.(1985). Development of human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods. *Am J Orthod dentofacial Orthop*. Volume Jul (64-76).
15. Enlow, D. D. B. Harris (1964). A study of the postnatal growth of the human mandible. *Am. J. Orthod*. 50: 25.
16. Enlow, D. (1975). Mandibular rotations during growth. In: *Determinants of Mandibular Form and Growth*. Ed. J.A.McNamara, Jr. University of Michigan, Center for human Growth and Development.
17. Enlow, D. (1982). Craniofacial growth mechanisms: Normal and disturbed. In: *Effect of surgical intervention on Craniofacial Growth*. Ed. McNamara . Ann Arbor, University of Michigan, Center for Human Growth and Development.
18. Enlow, D. (1992). Maduración de la neuromusculatura bucofacial. En: *Crecimiento maxilofacial*. Atlampa. Nueva Edit. Interamericana. Pp. 279 - 283.
19. Eriksson, P.O; Thornell, L.E.(1983). Histochemical and morphological muscle fibre characteristics of the human masseter, the medial pterygoid and the temporal muscles. *Arch. Oral. Biol.*, 28(9): 781-797.
20. Gasser R. F. (1967). The development of the facial muscles in man. *Am. J. Anat*; 120 :257-258.
21. Gómez de Ferraris M.E.; Campos A. (2002). Embriología general humana. En: *Histología y embriología bucodental*. Madrid. Ed. Med. Panamericana. Pp 19 - 43.
22. Gregoret, J. (1997). Cefalometría estática. En: *Ortodoncia y cirugía ortognática, diagnóstico y planificación*. Ed. Espaxs. Barcelona. Pp. 121 – 197.
23. Hall B. K. (1981). The introduction of neural crest derive cartilage and bone by embryonic epithelia: an analisis of the mode of action of an epithelial mesenchymal interaction. *J. Embryol. Morph*. 64: 305 - 320.

24. Hernandez MJ, Hernandez AM.(1992). Consideraciones sobre un trabajo de Bjork y Skieller. Desarrollo facial y erupción dental. 1º parte. Rev Española de Ortodoncia . 22:23-35.
25. Hernandez MJ, Hernandez AM.(1992). Consideraciones sobre un trabajo de Bjork y Skieller. Desarrollo facial y erupción dental. 2º parte. Rev Española de Ortodoncia. 22:95-108.
26. Hernandez MJ, Hernandez AM.(1992). Consideraciones sobre un trabajo de Bjork y Skieller. Desarrollo facial y erupción dental. 3º parte. Rev Española de Ortodoncia. 23:95-108.
27. Hernandez MJ, Hernandez AM.(1992).Consideraciones sobre un trabajo de Bjork y Skieller. Desarrollo facial y erupción dental. 4º parte. Rev Española de Ortodoncia . 23:321-8.
28. Hinton J. (1991). Jaw protruder muscles and condylar cartilage growth in the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthop .100:436-42.
29. Kreiborg S.(1990). Facial growth and oral function in a case of juvenile rheumatoid arthritis during a 8 year period. Eur J Orthod .12:121-34.
30. Kwon E; McKenna G; Joseph S. ; García R; Kuhlberg A; Nanda R.(2001).Am J of Orthodontics and dentofacial Orthop.2001. Vol 120, nº3 . Págs 254-262.
31. Lavergne J, Gasson N.(1976). A metal implant study of mandibular rotation. Angle Orthod .46:144-50.
32. Lavergne J; Gasson N.(1977). Direction and intensity of mandibular rotation in the sagittal adjustment during growth of the jaws. Scand j dent Res 1977; 85:193-9.
33. Lavergne J; Gasson N. (1977). Operational definitions of mandibular morphogenetic and positional rotations. ScandJ Dent Res. 87: 185-92.
34. Lavergne J; Gasson N.(1978). The influence of jaw rotation on the morphogenesis of malocclusion Am J Orthod .73:658-66.
35. Lavergne J, Gasson N.(1982). Analysis and classification of the rotational growth pattern without implants Br J Orthod .9:51-6.
36. Lavergne J Petrovic A.(1983). Discontinuities in occlusal relationship and the regulation of facial growth. A cybernetic view Eur J Orthod .5:269-78.

37. López, J.D.; Valencia J. A. Estudio vectores musculares del masétero y temporal con relación a la estructura craneofacial. www.encolombia.com/ortodoncia-estudio2.htm.
38. Lowe A.A.(1980) .Correlations between orofacial muscle activity and cranifacial morphology in a sample of control and open bite subjets. *Am journal Orth.*, 78(1): 89-88.
39. Lowe, A.A; Granhaku N. (1989). Relación entre el volumen de al musculatura mandibular y la forma craneofacial. *Journal Rent. Res.*, 68 (5) : 805-809.
40. Manns A, Díaz G. (1988). Análisis morfofuncional de los componentes fisiológicos básicos del sistema estomatognático. En: *Sistema estomatognático*. Santiago, Ed. Sociedad gráfica Almagro Ltda. Pp. 23 – 28.
41. Mayoral, G.(1997).Diagnóstico. En: *Ficción y realidad en ortodoncia*. Sevilla, España.Ed. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A.Pp.1-21.
42. Mathews JR, Ware WH.(1978). Longitudinal mandibular growth in children with tantalum implants. *Am J Orthod* .74:633-55.
43. Montenegro M. A. (2004), Factores que regulan el crecimiento del cartilagodel cóndilo mandibular. *Revista Chilena Ortodoncia* 21: 6- 16.
44. Moore K.; Dalley A.(2001). La cabeza. En: *Anatomía con orientación clínica*. Madrid. Ed. Médica Panamericana. Pp. 847 - 851.
45. Morán, R; Avilés, E. (2002).Comparación de cefalometría manual y computacional.Trabajo de investigación para optar al título de especialista en radiología oral y máxilofacial. Universidad de Valparaíso.
46. Morimoto K; Hashimoto N; Svetsugu T (1987) : Prenatal development process of human temporomandibular joint. *J. Protest. Dent.*57: 723 – 730.
47. Moyers R.(1998) Crecimiento facial prenatal.En: *Manual de Ortodoncia*. Buenos Aires.Ed. Medica Paramericana. Pp. 17 – 36.
48. Moyers R; Carlson (1990). Maturation of orofacial neuromusculature. In: *Facial Growth*, Tercera edición , W.B. Saunders company, Philadelphia.
49. Nanda, R; Pae, E.K ; McKenna, G.A y cols. (2001). Role of lateral caphalograms in assessing severity and difficulty of orthodontic cases. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop* . 120 (3): 254 – 262.

50. Nielsen IL.(1991). Vertical malocclusions: etiology, development diagnosis and some aspects of treatment. *Angle Orthod* ; 61: 247-60.
51. Odegaard J. (1970). Growth of the mandible studied with the aid of metal implant: *Am J Orthod* ; 57: 145-57.
52. OdegaardJ. (1970). Mandibular rotation studied with the aid of metal implants. *Am J Orthod* ; 58:448-54.
53. Orliaguet T.; Darcha C.; Déchelotte P.; Vanneuville G. (1994) . Meckel`s cartilage in the human embryo and fetus. *Anat. Rec.* 238: 491 - 497.
54. Proctor, A.D.; De Vincenzo, J.P.(1970). Maseter muscle position relative to dentofacial form. *Angle Orth.*, 40:37-44.
55. Proffit, W.; Fields, H. (1995). El desarrollo de los problemas ortodóncicos. En: *Ortodoncia teoría y práctica*. Ed. Harcourt, SA..Madrid. Pp. 145 – 239.
56. Proffit, W.; Fields, H. (2001). Diagnóstico y planificación del tratamiento. En: *Ortodoncia contemporánea. Teoría y Práctica*. Ed. Mosby / Doyma.Madrid.Pp. 18- 104.
57. Ramirez Tornatore, J.J.E. (1976). Röntgenstercometrische Untersuchungen na Schädelpräparaten mit Metallplantaten. *Osterrische Zeitschrift F. Stomatologie* 11:400 – 413.
58. Ramirez Tornatore, J.J.E. (1977). Evaluación de puntos cefalométricos de referencia en radiografías tridimensionales. *Ortodoncia, órgano de la Soc. Argentina de Ortodoncia*. Vol. 41, 81:5 – 16.
59. Ramirez Tornatore, J.J.E; Quiroz, F. y col. (1980). La subjetividad como factor de variación en la localización de puntos cefalométricos. Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.
60. Ramirez Tornatore, J.J.E. (1990). Proposición de un método cefalométrico y un aporte a la clasificación de maloclusiones. Memoria para optar al título de Profesor Titular de Ortodoncia. Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

61. Ramirez Tornatore, J.J.E; Cabrera, P; Guevara F. (1992). Cefalometría radiológica del tamaño nasal según método de J.J.E Ramirez para evaluación del perfil blando. Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.
62. Ramirez Tornatore, J.J.E; Osben, R. (1993). Estudio telerradiográfico de la fosa pterigomaxilar y el agujero redondo mayor, mediante el uso de implantes metálicos en cráneos secos. Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.
63. Ramirez Tornatore, J.J.E. (1993). Curso de Ortodoncia dictado en la Universidad de Gradana, España.
64. Ramirez Tornatore, J.J.E. (1993). Método Cefalométrico Radiológico según J.J. E Ramirez. Conferencia dictada en la Universidad de Bonn, Alemania Federal.
65. Ramirez, Tornatore, J.J.E. (2001). Apuntes se clase post grado de ortodoncia y ortopedia dentomáxilofacial. Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.
66. Rakosi, T.; Jonas I. (1992). Desarrollo del esqueleto de la cara. En: Atlas de Ortopedia maxilar: Diagnóstico. Barcelona. Ed. Ediciones Científicas y Técnicas. Pp.6- 28.
67. Ricketts, R. ; Bench, R. y cols. (1998). Principio del tratamiento bioprogresivo En: Técnica bioprogresiva de Ricketts. México. Ed. Panamericana. .Pp 24- 39.
68. Romanes, G. J. (1991). Huesos. En: Cunningham Tratado de Anatomía. Madrid. Ed. Interamericana McGraw - Hill. Pp. 75 - 132.
69. Sassouni, V; Forrest, E.J. (1971); Orthodontics in dental practice. chap. 5 .Mostby, St. Luis, pp. 82-119.
70. Sadler T. W. (1996) Cabeza y Cuello. En : Langman embriología médica. Buenos Aires. Ed. Med. Panamericana. Pp 293 – 324.
71. Schudy FF.(1964). Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment. Angle Orthod . p. 3475-9.
72. Schudy FF. (1965). The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. Angle Orthod ;35:36-50 .

73. Sicher H. (1947): The grow of the mandible. Am. J. Orthod. Oral Surg, 33: 30 - 35.
74. Singer CP, Mamandras AH; Hunter WS.(1987). The deep of the mandibular antegonial notch as an indicator of mandibular growth potencial. Am J Orthod Dentofac Orthop ; 117-24.
75. Sulik K.; Johnston MC.; Smiley S J. ; Et al. (1987): Mandibulofacial dysostosis.(Treacher Collins Syndrome): a new proposal for pathogenesis. Am J. Med. Genet 27: 359 - 360.
76. Testud L. y Latarjet. A. (2000). Huesos de la cara. En: Compendio de Anatomia descriptiva. Barcelona.Ed. Masson. Pp. 46 - 48.
77. Tsnuri M.; Mashita M., Kasai K.(1998).Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. Angle Orthodontist N° 6, 557-562.
79. Van Waes J.M ; Stöckli P.W (2002). Crecimiento Facial y Maxilar, desarrollo de la dentición. En: Atlas de Odontología Pediátrica.Barcelona. Ed. Masson. Pp. 1 – 7.
80. Wurgaft R, Montenegro M. A. (2003). Desarrollo y estructura de la articulación témporomandibular. Servimpres Ltda.. Santiago. Cap. 3, Pp. 43- 74.
81. http://www.puc.cl/sw_educ/neurociencias/htm/o34.html.
82. www23.brinkster.com/acacias/crania/craneos_parte1.htm
83. www23.brinkster.com/acacias/crania/craneos_parte2.htm
www23.brinkster.com/acacias/crania/craneos_parte3.htm

11 Anexos y Apéndices

ANEXO 1

Universidad de Valparaíso

Facultad de Odontología

Escuela de Postgrado

Cátedra de Ortopedia y Ortodoncia Dentomáxilofacial.

Biotipología Mandibular a partir de las Medidas Lineales Mandibulares del Análisis Cefalométrico Clínico del Dr. Jorge J. E. Ramírez Tornatore.

Ficha para clasificar biotipología mandibular:

- Clasificar de acuerdo a sus conocimientos la mandíbula, si ésta corresponde a biotipología de biotipo braqui, meso o dólicofacial.
- Efectuar sólo observación de la biotipología mandibular, realizando abstracción del resto de las estructuras mostradas en la teleradiografía. (para tal efecto se incluye una plantilla que permite visualizar sólo mandíbula).
- Se adjunta una tabla y teleradiografías numeradas del mismo modo.
- Marque con una (x) en el recuadro correspondiente a cada teleradiografía su evaluación de la biotipología mandibular, en braqui, meso o dólicofacial.

Anexo 1
Biología Mandibular

| Teleradiografía nº | Braquifacial | Mesofacial | Dólicofacial |
|--------------------|--------------|------------|--------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| ... | | | |

Anexo 2
Biotopología Mandibular

| Teleradiografía nº | Longitud Rama "LR" | Longitud Cuerpo "LC" |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 11 | | |
| 12 | | |
| 13 | | |
| 14 | | |
| 15 | | |
| 16 | | |
| 17 | | |
| 18 | | |
| 19 | | |
| 20 | | |
| 21 | | |
| 22 | | |
| ... | | |